قررت وزارة المعارف العمومية استعمال هذا الكتاب بالمدارس الثانوية

الجيولوجيا

تأليف

الدكتور

حسن صادق

B. Sc., Ph. D., F.G.S. etc.

وكيل مصلحة المناجم والمحاجر

(الطبعة الاولى)

١٣٤٧ هـ — ١٩٢٩ ميلادية

يطلب هذا الكتاب من المكتبة الحديثة بشارع خيرت بالقاهرة

م . مصر ٢٧١٥/٢٩/٧٠٠٠

قررت وزارة المعارف العمومية استعمال هذا الكتاب بالمدارس الثانوية

الجيولوجيا

تأليف

الدكتور

حسن صادق

B. Sc., Ph. D., F.G.S. etc.

وكيل مصلحة المناجم والمحاجر





(الطبعة الاولى)

١٣٤٧ هـ — ١٩٢٩ ميلادية

يطلب هذا الكتاب من المكتبة الحديثة بشارع خيرت بالقاهرة

م . مصر ٢٧١٥/٢٩/٧٠٠٠

مقدمة

وضع هذا الـكتاب ليسد فراغا طالمـا أحس به المشتغلون بالعلوم الطبيعية وأريد منه أن يتمشى فى حـدود البرنامج الذى وضعتـه وزارة المعارف العمومية لدراسة الجيولوجيا كفرع من فروع التاريخ الطبيعى فى المدارس الثانوية .

ولقد ترددت طويلا بين أن أقصره على استعراض المبادىء الاساسية للعلم بحيث يتسنى للطالب استيعابها فى العدد القليل من الدروس المخصصة له وبين أن أتبسط قليلا فى الشرح حتى تتاح للطالب فرصة تفهم تلك المبادىء وليستعين به المدرس فى التفسير .

وإذ كان القصد منه أن يلائم الطلبة المصريين بوجه خاص فـكان لا بد أن يقوم الشرح على هذا الاعتبار . ولمـا كانت مراجع هذا العلم التى فى متناول الأستاذ والطالب هى جلّها أجنبية وضعت عن البلاد التى كتبت بلغاتها فقد آثرت مضطرا أن أترك الاختصار جانبا وأن أتبسط قليلا فى الشرح مع طبع هذا الزائد عن برنامج الدراسة بحروف أصغر حجما من باقى الـكتاب .

هذا ولما كان اعتماد الجيولوجيا على النظر والملاحظة قبل كل شىء آخر فقـد حلّى الـكتاب بكثير من الرسوم والصور الفوتوغرافيـة وتوخيت جعلها مصرية كلما استطعت . كذلك وُضعت فى نطاق بآخر

الـكتـاب خريطة جيولوجية للقطر المصرى بُيِّنت عليهـا التـكاوين الجيولوجية المختلفة بمختلف الألوان . وقد رأينا عدم لصقها فى الـكتاب لسهولة الرجوع اليها .

هـذا وانى أتقدم لحضرات الأساتذة الذين سيعهد اليهم تدريس الجيولوجيا بالمدارس الثانوية راجيا أن يتفضلوا فيحيطونى علما بكل ما قد يصادفهم فيه من غموض أو قصور حتى نعمل على اصلاحه فى الطبعات القادمة .

وقبل أن أختم كلمتى هذه أرجو أن أسجل خالص الشكر لحضرة الاستاذ الفاضل محمود حسن حسانين افندى المدرس بمدرسة المعلمات السنية لتفضله بتنقيح لغة الكتاب ولحضرة صاحب العزة مدير مطبعة مصر ومساعديه الفنيين على المجهود الذى بذلوه حتى صدر الـكتاب فى حلته القشيبة كما انى مدين بالشكر لبعض حضرات موظفى مصلحة المناجم والقسم الجيولوجى بمصلحة المساحة على المساعدات التى قدموها لى عن طيب خاطر فى اعداد الـكتاب ورسومه .

المعادى فى ٢٦ يوليو سنة ١٩٢٩ — المؤلف

بيان لا بد منه

عن الصور الفوتوغرافية المستعملة بالكتاب

أغلب ما فى هذا الكتاب من صور فوتوغرافية هى من صنع المؤلف و بعضها استعارها من بعض الزملاء المشتغلين بالجيولوجيا والتعدين بالقطر المصرى . نخص بالشكر منهم الدكتور هيوم والمستر بيدنل والمستر مرّى من موظفى مصلحة المساحة المصرية والمستر جنكنز من موظفى مصلحة المناجم .

أما الصور التى تمثل ظواهر طبيعية غير معروفة بالقطر المصرى فقد نقلناها عن أدق مصادرها الأجنبية . وهاك بيانها اعترافاً بالفضل والشكر للمؤلفين الذى نقلت عنهم : —

المصدر المنقولة عنه	رقم الصورة	اللوحة
Haug, Traité de Géologie. I	ا	١٥
do. do.	ا	١٦
Marr, Introduction to Geology.	ب	«
Hang, Traité de Géologie, I	ا و ب	١٧
Davison, The Origin of Earthquakes, (Cambridge Univ. Press).		١٨
Clement Reid, Submerged Forests (Cambridge Univ. Press)	ب	١٩
Gregory, Geology. (Dent's Scientific Primers)	ا و ب	٢٣

تصحيح أخطاء مطبعية

نلفت النظر الى بعض أخطاء بسيطة تسربت وقت الطبع

صحيفة	سطر	الخطأ	الصواب
٧	١٦	للميحط	للمحيط
١٦	١٤	ولبلورتها	ولبلوراتها
١٧	١٥	بالشكل رقم ٢٨	بالشكل رقم ٨
٤٩	٢	اللوحة الحادية عشر	الثالثة عشر
٥٤	١٩	» »	» »
٦٦	١٤	شكل حبيباتها	فى شكل حبيباتها
١٢٢	٢٢	رقم ٩٥	رقم ٦٧
١٢٣	١٨	على العمل	على الحمل
١٣٢	٣	Visuvius	Vesuvius
١٣٦	١٠	جزائر موريس	جزائر موريشس
١٤١	١٢	عام ١٠٩٥	عام ١٩٠٥
١٥١	٤	seal - evel	sea - level
١٦٦	١٢	والجزوع	والجذوع
١٧٣	١١	طقات	طبقات
١٧٩	١٦	لصناعة	ولصناعة
١٨١	٢٠	من أجزاء	من جرّاء
١٨٣	٢	عظيما	عظما

فهرس الكتاب

	صفحة
تمهيد — علم الجيولوجيا وفوائده	١
الباب الأول — معلومات عامّة عن الكرة الأرضية	٣
الباب الثانى — تركيب القشرة الارضية (ملاحظات عامة)	١١
المعادن — خواص المعادن	١٢
وصف أهم المعادن الشائعة	٢٣
الصخور — ملاحظات عامة	٣٧
الصخور النارية	٤٠
الصخور الراسبة	٥٦
الصخور المتحولة	٧٨
الباب الثالث — العوامل المؤثرة فى القشرة الارضية (ملاحظات عامة)	٨٢
العوامل الخارجية — التعرية	٨٤
تغير درجات الحرارة	٨٥
الرياح	٨٦
المطر	٨٩
المياه الغائرة فى الارض	٩٢
السيول	٩٧
الانهار والوديان	١٠٠
البحيرات	١٠٩
البحار والمحيطات	١١٠
الصقيع والجليد والثلج	١١٨
الكائنات الحية	١٢٥

صفحة

العوامل الداخلية — البراكين ١٣٠

الظواهر الشبيهة بالبركانية ١٣٧
الزلازل ١٤٠
التقلصات الارضية البطيئة ١٤٩
ميل طبقات الصخور الراسبة ١٥٥
الانثناء والتجعيد ١٥٦
الفوالق ١٥٩

الباب الرابع — التاريخ الجيولوجي للكرة الارضية ١٦٢

قانون تعاقب الطبقات ١٦٣
الحفريات ١٦٦
الزمن الجيولوجي وتقسيمه الى أحقاب وعصور ١٧١
الكرة الارضية قبل الزمن الجيولوجي ١٧٤
الحقب الابتدائى (الاركى) ١٧٧
حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) ١٨٠
الفحم الحجرى وتكوينه ١٨٣
حقب الحياة الوسطى (الميزوزويك) ١٨٥
حقب الحياة الحديثة (السكاينوزويك) ١٩٢
زيت البترول وتكوينه ٢٠١
الانسان فى العصور الجيولوجية ٢٠٦

الباب الخامس التركيب الجيولوجى للقطر المصرى وحوض النيل ٢١٢

كلمة تمهيدية عامة عن طبيعة حوض النيل وتركيبه الجيولوجى ٢١٢
موجز الوصف الجغرافى والجيولوجى للاراضى المصرية ٢١٥
بيان الحوادث الجيولوجية التى تعاقبت على الاراضى المصرية ٢٢٠
موجز عن الثروة المعدنية بالقطر المصرى ٢٢٣
زيت البترول ٢٢٥
الفوسفات ٢٢٨
المنجنيز ٢٢٩
المغرة ٢٣٠
الذهب ٢٣٠
أحجار الزخرفة والبناء ٢٣٢

تمهيـــــــد

الجيولوجيا

أو علم الأرض يبحث كل ما يختص بالكرة الأرضية من حيث تركيبها وكيفية تكوينها والحوادث التى تعاقبت عليها من عهد نشأتها الأولى وفى العوامل الداخلية والخارجية التى وصلت بها إلى ما هى عليه الآن

ولقد يبدو للبعض منا أن الجغرافيا بما علمتنا عن شكل الأرض وحجمها وتوزيع اليابس والماء على سطحها وعن الجبال والوديان والبحار والأنهار قد أحاطت بكل شىء نريد أن نعرفه عن الأرض . على أننا إذا أنعمنا النظر نجد أن هناك معلومات أخرى عن الكرة الأرضية لم تحط بها الجغرافيا ولنضرب لذلك مثلا بسيطاً يقرب لأذهاننا الفرق بين مباحث العلمين . فقد نعلم عن المنزل الذى نسكنه موقعه ومساحته وحجمه وعدد حجراته وتركيبها إلا أن هناك مسائل أخرى خاصة بذلك المنزل لن نصل اليها بمجرد الوصف البسيط كأن نتساءل عن المواد التى بنى منها ومن أين استنبطت وكيف هذّبت وركّبت لأقامة الجدران وهل تم البناء دفعة واحدة أو على دفعات متتالية تفصلها فترات سكون وخمول وعن تعاقب ساكنيه من وقت أن بنى حتى الآن . هذه المعلومات وغيرها قد تكون ذات أهمية لا تقل عن الأولى للأحاطة بكل ما يخص ذلك المنزل

فاذا كانت الجغرافيا تؤدى لمعرفة كل ما يخص سطح الأرض كما نعرفه الآن فأن الجيولوجيا تتولى البحث فى تركيب تلك الكرة وعن مصادر الموادالمركبة منها وانتقالها من مكان لآخر وتحوّلها من مادة لأخرى وعما عساه أن يكون قد حدث فى سطح الأرض من تغيير وتبديل وهى تحدّثنا فوق ذلك عمن سكن سطح

الأرض وجوف البحار من أحياء نباتية وحيوانية عاشت وازدهرت ثم ماتت واندثرت فلم تترك لنا سوى بعض بقاياها تدل عليها

فوائد علم الجيولوجيا — للجيولوجيا وجهتان : —

إحداهما علمية فلسفية بفضل ما تبعثه من نور يضيء لنا طريق البحث فى تاريخ الكرة الأرضية ونشأتها وتكوينها وتطوّر الكائنات التى سكنت سطحها.

أما الوجهة الثانية فهى اقتصادية عملية تبدو فيما يؤديه هذا العلم للانسان من خدمة فى سعيه للحصول على بعض المواد الأولية التى يحتاج اليها من معادن وأملاح ومواد للوقود والبناء وفيما تقدمه من معلومات تهديه لأقامة منشآته المختلفة كالمبانى والأنفاق والموانى والآبار على أسسها الصحيحة . كل ذلك مما يجعل لهذا العلم علاقة متينة بكل مرافق حياة الأنسان ومدنيته

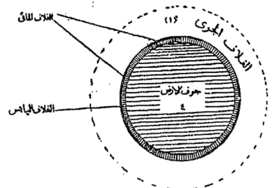
والجيولوجيا تعتمد فى هذه المباحث العديدة على ما تقدمه العلوم الأخرى كالطبيعة والكيمياء والرياضة والحيوان والنبات من قواعد ثابتة . على أنها تتطلب ممن يريد دراستها عدا المامه بقواعد هذه العلوم المذكورة أن يكون قوى الملاحظة لما يحيط به من ظواهر طبيعية وما يؤثر فيها من عوامل مختلفة وأن يكون عميق التفكير صحيح الاستنباط

الباب الأول

معلومات عامة عن الكرة الأرضية

تطلق لفظة الأرض أو الكرة الأرضية على الكوكب الذى نسكنه سواء منه اليابس والماء وعلى ما يحيط به من هواء .

ويمكن تقسيمها لسهولة البحث تقسيما طبيعياً الى أربعة أجزاء (أنظر الشكل رقم ١) .



(١) الهواء — الغلاف الجوى

(٢) الماء — الغلاف المائى

(٣) اليابس— القشرة اليابسة

(٤) جوف الأرض

(شكل ١) قطاع تخيلى يوضح أقسام الكرة الارضية

وفى الواقع أن الجيولوجيا تبحث فى تكوين وتركيب القشرة اليابسة وما تحدثه فيها العوامل الناتجة من تفاعلات الأجزاء الثلاثة الأخرى .

الغلاف الجوى (Atmosphere)

يطلق هذا اللفظ على مجموعة الغازات التى تحيط بالكرة الأرضية . ولاعتبارات عديدة يقدر سمك هذا الغلاف تقديراً تقريبياً بنحو ٥٠٠ الى ٦٠٠ ميل على أنها

بحكم قلة ضغطها أو كثافتها كلما بعدنا عن سطح الأرض تكاد لا تكون محسوسة على ارتفاع ٢٥ ميلا من السطح .

يتركب الهواء من الغازات الآتية بالنسبة المئوية المبينة أمام كل منها : —

آزوت (نتروجين)	٧٩	فى المائة
أوكسيجين	٢١	«
ثانى أوكسيد الكربون	٠٠٠٣ر٠	«

وهذا عدا كميات قليلة جدا من غازات نادرة مثل الأرجون والهيليوم والكريبتون والنيون والاجزينون وكذلك بخارالماء الذى يوجد بكميات تتفاوت بتفاوت سطح الأرض من حيث الرطوبة والجفاف . وهذا عدا الأبخرة والغازات البركانية والأتربة الدقيقة وهى مواد وان لم تكن أساسية فى الهواء لها أحياناً أهمية خاصة من حيث أثرها فى العوامل الجوية .

وترجع أهمية الهواء كعامل من العوامل المؤثرة فى سطح الأرض اليابسة الى صفتين : —

(أولا) التأثير الكيميائى لبعض العناصر المكوّنة للهواء فى المعادن والصخور التى يتكون منها اليابس .

(ثانيا) ميعة الهواء وسهولة حركته من جراء تغيير الحرارة والضغط وما ينتج عن هذه الحركة من رياح .

ومن الهواء تهطل الأمطار ومن هبوبه تتكون الأمواج وهذه كلها عوامل ذات أثر ظاهر فى القشرة الأرضية اليابسة وسيأتى وصف كل من هذه العوامل وأثرها.

الغلاف المائى (Hydrosphere)

يطلق هذا الاسم على ما يوجد على سطح اليابسة من ماء فى المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وما يتخلل فجواتها وشقوقها . ولو كانت الأرض كرة ملساء

لاتعاريج فى سطحها لغطاها ذلك الماء بغلاف سمكه ميلان أما وسطح الأرض بين مرتفع ومنخفض فقد اجتمع الماء فى مناطق الهبوط فتكونت منه المحيطات والبحار والأنهار التى تغطى نحو ثلاثة أرباع من مجموع سطح الكرة الأرضية .

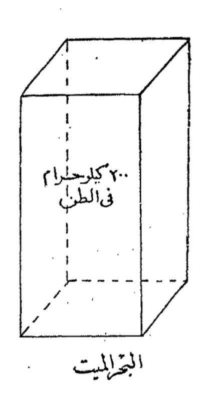
أعماق البحار والمحيطات — يختلف عمق هذا الغلاف المائى من مكان لآخر اختلافا كبيرا فالأنهار والبحيرات غالبا قليلة العمق والبحار قد يبلغ متوسط عمقها بضع مئين من الأمتار بينما المحيطات قد تبلغ من العمق آلاف الأمتار . وقد برهنت المقاسات التى أجرتها بواخر الاستكشاف و بواخر وضع الأسلاك البرقية البحرية أن متوسط عمق المحيطات من ٤٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ متر وقد بلغ أكبر عمق رصدته تلك البواخر نحو ٩٤٢٠ مترا بالمحيط الهادى قرب جزائر البوليپونيز .

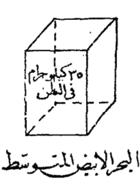
كذلك يستدل من نتائج أعمال بواخر الاستكشاف المذكورة أن قيعان المحيطات هى عبارة عن سهول ممتدة تكتنفها سلاسل من الجبال مغمورة تحت الماء وقد يصل بعضها إلى قرب سطح الماء أو يعلوه فيتكون منها بعض الجزائر فى وسط المحيط كجزائر القديسة هيلانة فى المحيط الأطلسى وجزائر ساندوتش بالمحيط الهادى .

والماء هو مركب كيميائى من اتحاد الأوكسيجين والهيدروجين بنسبة ذرة من الأول وذرتين من الثانى إلا انه يوجد فى الطبيعة دائما مذابا فيه أملاح مختلفة تتفاوت فى مقدارها تفاوتا عظيما .

فمياه الأنهار وأغلب البحيرات عذبة أى أن الأملاح المذابة بها قليلة بينما مياه البحار والمحيطات مالحة أى مذاب بها كمية كبيرة من الأملاح .

وتزيد نسبة الأملاح المذابة فى مياه البحار المغلقة فى المناطق الحارة نظراً لارتفاع نسبة البخر وعدم تعويض المياه التى تفقدها كما فى البحر الميت بفلسطين . والشكل رقم ٢ يعطى فكرة تقريبية عن مقدار الأملاح المذابة فى كل طن من المياه : —





٢٠٠ جرام
فى الطن

نهر النيل

(٢) شكل يبين نسبة الاملاح المذابة فى مياه البحار والانهار

وأهم هذه الأملاح هى كلورور الصوديوم (ملح الطعام) وكلورور المجنيزيوم وكبريتات المجنيزيوم وكبريتات الكلسيوم (الجبس) وكبريتات البوتاسيوم وكربونات الكلسيوم.

هـذا عدا عناصر أخرى توجد بنسب قليلة وهى نتيجة ما تحمله الأنهار إلى البحار من المواد التى تقتلعها من الصخور التى تمر بها فى مجاريها .

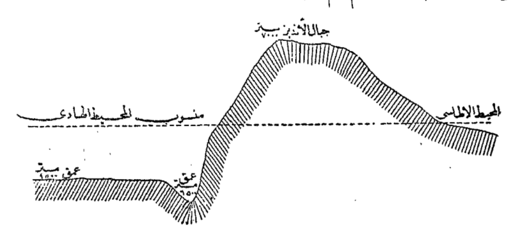
وللماء أثر كبير فى الغلاف اليابس فالأمطار والسيول والأنهار وكذلك المياه التى تجرى فى شقوق الأرض وكهوفها والأمواج والتيارات البحرية والثلاجات فى المناطق الباردة كل هـذه عوامل نشيطة تؤثر فيما يحيط بها من صخور تفتتها وتحملها من مكان لآخر مما له أثر كبير فى تكوين شكل الأرض وسيأتى تفصيل ذلك فيما بعد .

الغلاف اليابس (Lithosphere)

هو القشرة الأرضية الصلبة التى تكوّن القارات وقيعان البحار وهى بالاختصار الجزء اليابس الخارجى من الكرة الأرضية .

أغلب هـذا الغلاف اليابس تغطيه مياه الغلاف المائى الذى تقدم وصفه فلا يظهر منه سوى الربع المكوّن للقارات . أما سطح هـذا الغلاف فكثير التعاريج والتضاريس ولو أن هذه التضاريس اذا قورنت بحجم الكرة كلها لم تكن شيئا محسوسا . فأعلى جبال الأرض هو جبـل افرست فى سلسلة جبال الهملايا لايزيد ارتفاعه عن ٨٨٤٠ مترا وهـذا عبارة عن $\frac{1}{٧٢٠}$ من طول نصف قطر الكرة الأرضية . وليست التضاريس الأرضية بالنسبة لحجم الكرة بأكثر فى نسبتها من التعاريج التى فى قشرة البرتقالة . هذا والجبال ماهى الا جزء صغير من مجموع سطح القارات ولو اعتبرنا مجموع هذا السطح لوجدنا أن متوسط بروز القارات فوق سطح البحر لايتعدى بضع مئات الامتار .

وليس أعلى أجزاء القارات أواسطها ولا أسحق الأعماق فى وسط المحيطات بل قد تكون الجبال الشاهقة قرب الشواطىء وقد يكون أسحق الأعماق أيضاً قرب الشواطىء وخير الأمثلة لذلك الشاطىء الغربى لأمريكا الجنوبية حيث جبال الانديز التى يبلغ ارتفاعها نحو ٧٠٠٠ متر يقابلها عمق هائل فى المحيط الهادى يبلغ نحو ٦٥٠٠ متر بينما يقل الارتفاع كلما بعدنا عن الشاطىء وكذلك يقل العمق بعيداً عن الشاطىء (انظر الرسم رقم ٣)



(شكل ٣) قطاع تقريبى المحيط الهادى وجبال الانديز بامريكا الجنوبية

وهـذه الظاهرة التى نشاهدها فى أجزاء مختلفة من الأرض يفسرها ما نعلمه مما انتاب القشرة الأرضية من التقلصات التي سنأتى على ذكرها بعد .

أما سمك هذه القشرة الأرضية فلا يمكن تحديده ولو على وجه التقريب

ذلك لأن الحد الفاصل بينـه وبين جوف الأرض الداخلى لم يتقرر بعد إذ أن الوسائل التى تحت يد الانسان لا تمكنه إلا من خدش سطح الأرض إلى عمق بسـيط لايتعـدى بضعة آلاف من الأمتار . أما ما تحت ذلك فلا نعلم عنـه إلا ما يمكننا استنباطه استنباطاً لا يقوم على علم محقق .

أما تركيب القشرة اليابسة فهو ما يبحث فيه علم الجيولوجيا بوجه خاص وسنفرد له باباً خاصاً ويكفى أن نقرر هنا أنه عبارة عن خليط من مواد معدنيـة وصخرية بعضها رخو وبعضها صلب ويدخل فى تكوينها جميع العناصر المعروفة لنا من علم الـكيمياء .

جوف الارض (Centrosphere) يقصد بذلك الاسم الدلالة على الجزء الداخلى من الـكرة الأرضية ممـا يلى القشرة اليابسة . هـذا الجزء لا نعلم عنه إلا ما يمكننا استنباطه من بعض ظواهر وشواهد اليك أهمها :

(ا) **الثقل النوعى** — لقد قرر علماء الفلك والطبيعيات أن الثقل النوعى للـكرة الأرضية يبلغ نحو ٥و٦ فاذا اعتبرنا الثقل النوعى لجميع المواد المـكونة للقشرة الأرضية الخارجية وجدناه لا يزيد فى المتوسط عن ٧و٢ يستنبط من ذلك أن الجزء الداخلى للأرض يزيد كثيراً عن الثقـل النوعى لمجموع المواد المـكوّنة لهذه القشرة الخارجية . ومن هذا يمكن استنباط أن جوف الأرض مكوّن من مواد معدنية ثقيلة

(ب) **الحرارة المركزية** — لقد قامت براهين عديدة على أن جوف الأرض ذو حرارة مرتفعة جداً وأهم هذه البراهين : —

(١) البراكين . وهى فوهات منتشرة على سطح الأرض تنفجر منها مواد معدنية مصهورة على حرارة مرتفعة جداً .

(٢) العيون المائية الحارة التى تنفجر أحياناً من الأرض فى حرارة قد تبلغ المائة سنتجراد .

(٣) المناجم والآبار العميقة . قد قام البرهان على أنه كلما تعمقنا فى جوفها ارتفعت درجة الحرارة وقد قيست هذه الزيادة فقدرت بنحو ١° سنتجراد لكل ٣٠ متراً من العمق .

من كل ما تقدم يمكننا أن نستنبط أن جوف الأرض مكوّن من مواد ثقيلة الوزن مرتفعة الحرارة ولا شك أن الضغط الواقع عليها من ثقل ما فوقها من المواد هو أيضاً ضغط مرتفع جداً . ومن أجل ذلك نشأت نظريات عديدة عن حالة جوف الأرض ولو أنها كلها مجرد نظريات استنباطية لم يقم البرهان القاطع على صحتها . وأهم هذه النظريات :

(١) أن الكرة الأرضية مكونة من مواد مصهورة مائعة تحيط بها قشرة رقيقة يابسة . ويعزز هذه النظرية :

ا) أن ارتفاع الحرارة درجة لكل ٣٠ متر من العمق كاف لأن يصهر جميع المواد المعروفة فى القشرة الأرضية على عمق لايتجاوز ٦٠ كيلومترا .
ب) وجود البراكين ومايخرج منها من حمم مصهور وتشابه هذه المواد فى جميع البراكين المعروفة .
ﺟ) حدوث الزلازل أو الهزات الأرضية التى تؤثر فى مساحات واسعة من سطح الأرض .

(٢) أن الكرة الأرضية صلبة من وسطها إلى سطحها ما عدا جيوباً صغيرة هى التى تغذى البراكين بالحمم المصهور . ويعزز هذه النظرية :

ا) أن ارتفاع الحرارة فى داخل الأرض مع العمق يصحبه ارتفاع متناسب فى الضغط وهذا يحول دون انصهار المواد المعدنية بالحرارة .
ب) أنه لو كان جوف الأرض من مواد مائعة لغاصت فيها القشرة الصلبة اذ المادة عادة وهى صلبة أثقل منها وهى مصهورة .
ﺟ) لو كانت الكرة الارضية مائعة لتأثرت من جراء جاذبيةما حولها من كواكب ونجوم تأثراً عظيما .

وهناك نظريات أخرى عديدة تقوم كل منها على اعتبارات مختلفة ولكنها تنقصها جميعها البراهين القاطعة على صحتها فلا داعى لايرادها هنا .

والذى نرى أن نأخذ به أمام هذه الاختلافات هو أن جوف الأرض فى حالة صلابة ناتجة من تكافؤ بين درجات الحرارة والضغط وأن أقل اختلال فى هذا التوازن ينتج عنه تحول المواد بالانصهار فتتدفق إلى مواطن الضعف من القشرة الأرضية ومن ثم تحدث الزلازل وتنفجر البراكين وتتقلص القشرة الأرضية فتنتابها التجاعيد مما سنفصله بعد .

الباب الثانى

تركيب القشرة الأرضية

تتركب القشرة الأرضية من مواد مختلفة يمكن تقسيمها الى قسمين أساسيين :

مواد عضوية (Organic) — وهى ما تكونت من مجهود حيوان أو نبات كأجزاء النبات وعظام الحيوان والمحار .

مواد غير عضوية (Inorganic)— وهى ما تكوّنت فى الطبيعة مستقلة عن مجهود الانسان أو الحيوان أو النبات كالمعادن وصخور الجرانيت والبازلت مثلا .

وهنالك مواد هى فى الواقع من أصل عضوى إلا أن تشابهها بالمواد غير العضوية قد جعلها أقرب إلى الفريق الثانى منها الى الأول ومن ذلك :

الكهرباء (الكهرمانه) — وهو فى أصل تكوينه صمغ سائل من أشجار كانت تعيش فى عصور جيولوجية سابقة وقد تحول بعد دفنه فى طبقات الصخور الى حالته التى نعرفها الآن .

اللؤلؤ — وهو نتيجة افراز بعض المحارات البحرية .

الفحم الحجرى — وهو نتيجة تراكم مواد نباتية كانت تعيش فى عصور جيولوجية قديمة وقد تحوّلت بعد دفنها الى المادة الكربونية التى نعرفها .

الاحجار الجيريه — أغلبها نتيجة تراكم محارات بحرية صغيرة اندمج بعضها في بعض فكونت المادة الصخرية المعروفة .

هذه المواد وغيرها مما تشابهها يجب اعتبارها تبعا للتعريف الذي أوردناه مواد عضوية على أن انقطاع أسباب الحياة عنها واستعمالها المتداول يجعلها ضمن عالم الجماد وسنعتبرها هنا ضمن المواد غير العضوية لسهولة بحثها .

المواد غير العضويه — هي التي تعنينا في بحث تركيب الكرة الأرضية وهي تنقسم قسمين — معادن وصخور

المعدن — هو كل مادة متجانسة تكونت في الطبيعة مستقلة عن الانسان وتحت عوامل لم يشترك فيها نبات أو حيوان .

ويقصد بالتجانس أن يكون كل جزء من المادة متشابها كل التشابه كيميائيا وطبعيا في جميع خواصه مع كل جزء آخر كالذهب والفضة والحديد والجبس وملح الطعام والكبريت .

الصخر — هو خليط طبعي من معادن مختلفة

فالجرانيت صخر مكون من معادن مختلفة أهمها الكوارتز والفلسپار والميكا. والقشرة الأرضية مكونة من صخور ومعادن . ولما كانت الصخور خليطا من معادن مختلفة كان لابد لدراستها من دراسة المعادن المكونة لها .

المعادن

يوجد في القشرة الأرضية نحو ٨٠٠ معدن أغلبها نادر الوجود على أن بعض هذه المعادن يدخل في تكوين أغلب الصخور .

ولكل من هذه المعادن صفات خاصة به تميزه عن باقي المعادن على أنه قد تشترك عدة معادن في أكثر من خاصة فلا بد لتعرف أي معدن من دراسة جميع خواصه.

أهم هذه الخواص اثنتان لا بد لتقريرهما قبل تعرّف أى معدن: —

(أولا) التركيب الكيميائى

(ثانياً) الشكل البلّورى

اما الخواص الأخرى وان كانت ثانوية فانها تساعد على تمييز المعادن بعضها من بعض وهى : —

اللون البريق الثقل النوعى التشقق الصلابة .

التركيب الكيميائى للمعادن

قرر الكيميائيون أن هناك ٧٠ عنصراً أصلياً لم يتمكنوا بعد من تقسيمها الى مواد أبسط منها على أن أغلب هذه العناصر نادر الوجود وليس من بينها سوى ١٦ عنصراً هى التى تكوّن الجزء الأكبر من القشرة الأرضية . هذه العناصر الستة عشر تكوّن نحو ٩٩ ٪ من مجموع القشرة الأرضيــة بالوزن بينما العناصر الأخرى ومن بينها الذهب والفضة والنحاس والرصاص والقصدير وغيرها تكوّن ١ ٪ فقط . وأهم هذه العناصر على حسب ترتيب أهميتها هى : —

الاكسجين — ويكوّن نحو ٤٧ ٪ من مجموع وزن القشرة الأرضية إذ يدخل فى تركيب أكثر المعادن .

السليكون — يكوّن نحو ٢٨ ٪ من مجموع القشرة الأرضية وهو غالباً متحد مع الأوكسيجين .

الالومنيوم — يكوّن نحو ٨ ٪ من مجموع وزن القشرة الأرضية ويوجد متحداً مع الأوكسيجين فى تركيب كثير من المعادن .

الحديد — ٦ ٪ والكلسيوم ٤ ٪ والمجنيزيوم ٢ ٪ والصوديوم ٢ ٪ والپوتاسيوم ٢ ٪ والكلور والكربون والكبريت بنسبة أصغر .

وقد يكون المعدن عبارة عن عنصر واحد كالجرافيت والماس (من الكربون) والكبريت والذهب والنحاس . على أن أغلب المعادن عبارة عن مركبات كيميائية من عنصرين أو أكثر مثال ذلك : —

معادن عبارة عن أكاسيد مثل الكوارتز (Quartz) ثانى أوكسيد السليكون

معادن عبارة عن كبريتور مثل البيريت (Pyrites) كبريتور الحديد

معادن عبارة عن كلورور مثل ملح الطعام (Rock Salt) كلورور الصوديوم

معادن عبارة عن كربونات مثل الكلسيت (Calcite) كربونات الكلسيوم

معادن عبارة عن كبريتات مثل الجبس (Gypsum) كبريتات الكلسيوم

معادن عبارة عن سليكات مثل الفلسبار (Felspar) سليكات الألومنيوم والپوتاسيوم

واغلب المعادن هى من النوع الأخير .

الشكل البلورى (Crystal-form)

أغلب المعادن اذا صلبت بعد انصهار أو رسبت من محلول أو من حالة غازية تتخذ لنفسها شكلا هندسياً منتظماً يختلف باختلاف المعادن . هذه الأشكال الهندسية المنتظمة هى البلورات (.Crystals) وخاصة اتخاذ هذه الأشكال يعبر عنها بالتبلور (Crystallisation) .

إذن أغلب المعادن تتبلور ولكلٍّ منها شكل بلّورى خاص به . وليس التبلور مجرد تكوين هذه الأشكال الهندسية الخارجية بل يصحبه انتظام فى جميع الخواص الطبيعية الأخرى كالصلابة والتماسك ومرور الضوء فى المادة المتبلورة وانتقال الحرارة فيها . كل هذه الخواص تتبع نفس النظام البلورى بحيث تختلف قوتها باختلاف الاتجاه داخل البلورة . يستنبط من ذلك أن التبلور هو نتيجة تنظيم خاص فى ذرات المادة . وهذا التنظيم يتنوع بتنوع المعادن . مثال ذلك

إذا أخذنا قطعة من الزجاج وهى مادة غير متبلورة وقطعناها على شكل هندسى منتظم فلا يمكننا أن نقول أنها أصبحت بلورة إذ أن نظام الذرات الداخلى لم يتغير بتنظيم الشكل الخارجى بل بقى كما هو غير منتظم بينما بلورة الكوارتز وهى تشبه الزجاج شبهاً عظيما تختلف فى صفاتها كل الاختلاف .

خاصة التبلور قد تكون قوية جدا فى بعض المعادن حتى أنها تتبلور بسرعة وبدقة بينما هى ضعيفة فى المعادن الأخرى التى لا تبلغ الشكل البلورى التام الا إذا توافرت لها جميع الأحوال التى تساعد على هذا التبلور .

تنمو البلورات بأضافة طبقات متتالية الى سطوحها بحيث تتبع ذرات الطبقات المضافة نفس النظام الاصلى للبلورة فتندمج فيها وتكون معها وحدة تامة . وعلى ذلك فلا حد لنمو البلورة وليست العبرة بحجم البلورة بل بشكلها فقد تكون بلورات المعدن الواحد بعضها صغيرة ميكروسكوبية والبعض الآخر كبير جداً ومع ذلك فالشكل البلورى واحد في الجميع .

على أنه نظراً لأن نمو البلورات كما قدمنا فأنه قد يجوز أن يحيط بالبلورة وقت نموها ما يمنع ذلك النمو في اتجاه أو أكثر من اتجاهاتها ومن ذلك ينشأ الاختلاف فى أشكال البلورة فى المعدن الواحد ولو أن هذا الاختلاف مقصور على الشكل الخارجى ولايؤثر فى نظام الذرات نفسها وفى الزوايا التى بين الوجوه .

والسطوح التى تحد البلورة تسمى وجوهها وهى تتقابل فى خطوط مستقيمة تسمى حروف البلورة والزوايا التى بين الوجوه تسمى زوايا البلورة والقواعد العامة فى التبلور هى : —

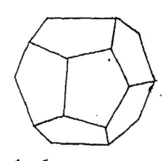
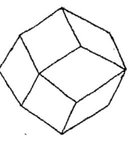
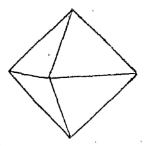
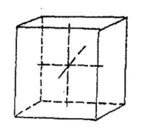
(١) ثبات الزوايا البلورية بين الوجوه المتماثلة فى المادة الواحدة مهما كان حجم البلورة .

(٢) وجود تناسب بين ميول وجوه البلورة وموضعها . وهذا يرجع الى محاور بلورية تصورية تكون الوجوه البلورية أما موازية لها وأما قاطعة اياها على أبعاد متناسبة بنسبة ثابته فى كل معدن .

(٣) التناسق فى البلورة أى امكان قطعها الى جزأين متساويين كل التساوى .

وقد قسمت بلورات المعادن على حسب هذه القواعد الى ستة فصائل تختلف في درجة تناسقها وفى نسبة أطوال محاورها التصورية بعضها لبعض ومقدار الزوايا التى تتقاطع فيها هذه المحاور . والفصائل هي :—

(١) **فصيلة المكعب** (Cubic System) — وهى اكثر الفصائل تناسقا . ولبلورتها ثلاثة محاور تصورية متساوية ومتعامدة وأهم أشكالها المبينة بالشكل رقم ٤ هى : —

ذو الاثنى عشر وجهاً مخمساً　ذو الاثنى عشر وجها　ذو الثمانية الأوجه　المكعب

(شكل ٤) بلورات من فصيلة المكعب

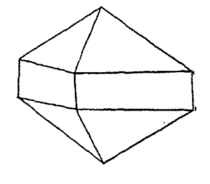
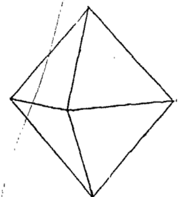
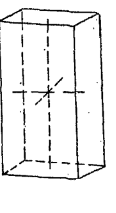
المكعب (Cube) — ومن المعادن التى تتبلور فى مكعبات ملح الطعام .

ذو الثمانية الاوجه (Octahedron) مثل معدن أوكسيد الحديد الممغطس (Magnetite)

ذو الاثنى عشر وجها (Duodecahedron) مثل معدن المقيق (Garnet)

ذو الاثنى عشر وجها مخمساً (Pyritohedron) مثل معدن البيريت (Pyrites)

(٢) **فصيلة الرباعى** (Tetragonal System) — أقل تناسقا من الأولى ولبلوراتها ثلاثة محاور تصورية متعامدة . اثنان منها متساويان والثالث أطول أو أقصر منهما وأهم أشكالها مبينة بالشكل رقم ٥

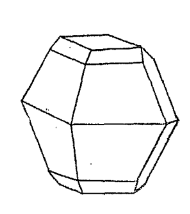
هرم مزدوج ومنشور رباعى　هرم رباعى مزدوج　منشور رباعى

(شكل ٥) بلورات من فصيلة الرباعى

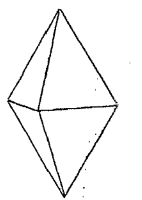
ومن المعادن التى تتبلور تبعا لهذه الفصيلة الزرقون (Zircon)

(٣) **فصيلة المعين** (Orthorhombic System) — ولبلوراتها ثلاثة محاور تصورية

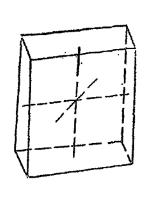
متعامدة ومختلفة الاطوال . وأهم اشكالها مبينة (بالشكل رقم ٦)



اهرام ومنشورات معينية (الـكبريت)



هرم مزدوج معينى



منشور معينى

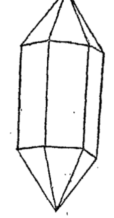
(شكل ٦) بلورات من فصيلة المعين

ومن المعادن التى ترجع فى تبلورها لهذه الفصيلة الـكبريت

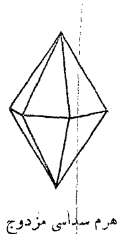
(٤) فصيلة السداسى (Hexagonal System) ـ ولبلوراتها أربعة محاور تصورية ثلاثة منها متساوية وتتقاطع فى زوايا ٦٠° والرابع عمودى عليها وقد يكون مساوياً لها أو مختلفا عنها فى الطول .

وأهم أشـكالها مبينة (بالشكل رقم ٧)

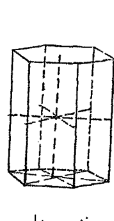
معين الوجوه



هرم مزدوج ومنشور سداسى



هرم سداسى مزدوج



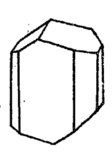
منشور سداسى

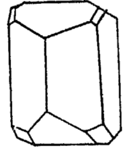
(شكل ٧) بلورات من فصيلة السداسى

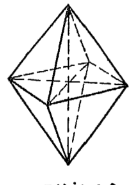
ومن المعادن التى تتبلور تبعا لهذه الفصيلة الكوارتز (Quartz) والـكالسيت (Calcit e)

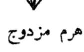
(٥) فصيلة ذات الميل الواحد (Monoclinic System)

ولبلوراتها ثلاثة محاور تصورية غير متساوية . اثنان منها يتقاطعان فى زاوية غير قائمة والثالث عمودى عليهما . وأهم أشكالها مبينة (بالشكل رقم ٨)









اهرام ومنشورات (اوجيت)

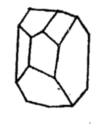
اهرام ومنشورات (ارثوكلاز)

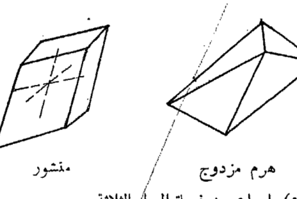
هرم مزدوج

(شكل ٨) بلورات من فصيلة الميل الواحد

ومن المعـــادن التى تتبلور تبعا لهـــذه الفصيلة بعض أنواع الفلسپار مثـــل الارثوكلاز (Orthoclase) والجبس (Gypsum)

(٦) فصيلة ذات الثلاثة ميول (Triclinic System) — وهى أقل الفصائل تناسقاً . ولبلوراتها ثلاثة محاور تصورية مختلفة فى الطول وغير متعامدة. وأهم أشكالها مبينة بالشكل رقم ٩





منشورات واهرام (الالبيت)

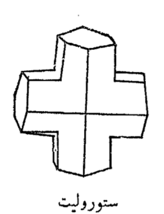
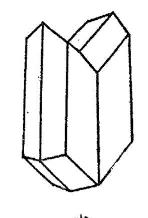
هرم مزدوج

منشور

(شكل ٩) بلورات من فصيلة الميول الثلاثة

ومن المعادن التى تتبلور تبعاً لهذه الفصيلة بعض أنواع الفلسپار مثل الالبيت (Albite)

وقد تنمو البلورات المعدنية مفردة وهذا قليل والأغلب أن تنمو فى مجموعات متلاصقة قد تتحد فيها البلورات فى وجهين أو أكثر (انظر مجموعة بلورات الكوارتز شكل ١٦) . وقد تكون المجموعات البلورية غـير منتظمة بأن تتفرع من نقطة واحدة فى خطوط متقابلة أو على شكل وردة أو فى فجوة من الصخر أو قد تكون متلاصقة أو متداخلة ببعضها تبعا لنظام خاص فتسمى توأمية (Twins) (أنظر الشكل رقم ١٠)

ستوروليت   جبس

(شكل ١٠) بلورات توأمية

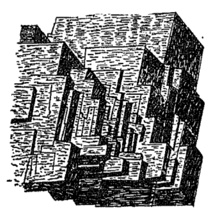
وقليل من المعادن لا يأخذ شكلا بلوريا أصلا فتسمى غير متبلورة (Amorphous)

التشقق (Cleavage)

لبعض المعادن المتبلورة خاصة بموجبها تنفصل فى قشور أو طبقات رقيقة عند دقها أو الضغط على سطحها وهذه القشور موازية عادة لاتجاه معين من اتجاهات البلورة . وقد تتشقق بعض المعادن فى أكثر من اتجاه .

وأحسن الأمثلة على هذه الخاصة فى معدن الميكا (Mica) الذى ينفصل عادة فى طبقات رقيقة جداً شفافة موازية لقاعدة البلورة (انظر الشكل ٢٤) . كما أن الكلسيت يتشقق فى اتجاهات موازية لوجوه المعين . (أنظر الشكل رقم ١١)

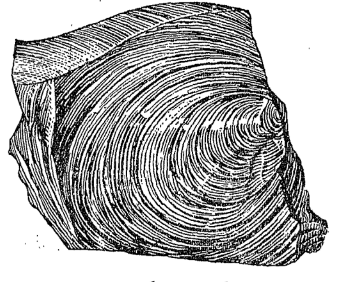
وقد تكون هذه الخاصة قوية فى بعض المعادن كالتى سبق ذكرها وقد تكون ضعيفة كما فى بلورات الماس فانها تتشقق بصعوبة فى أشكال ذات ثمانية أوجه وهذه الخاصة وان لم تكن ظاهرة للعين فانها تساعد المشتغلين بقطع هذا الحجر الكريم فى صناعة الجوهرات .



(شكل ١١) لبيان التشقق فى بلورات الكلسيت

المكسر (Fracture)

المعادن التى لاتتشقق اذا كسرت فان شكل السطح المكسور (المكسر) تختلف باختلاف المعادن كأن يكون محاريا (Conchoidal) أى فى خطوط مقوّسة متوازية مثل الكوارتز (أشبه بمكسر قطعة سميكة من الزجاج) (أنظر الشكل رقم ١٢) أو غير منتظم كالنحاس أو خشبي (كمكسر قطعة الخشب) مثل الجاد (Jade)



(شكل ١٢) مكسر محارى

الصلابة (Hardness)

يقصد بذلك قوة المعدن على مقاومة الخدش . فالمعدن الذى يخدش الآخر اذا حك على سطحه يعتبر أصلب من المخدوش وقد اتفق على عشرة معادن متفاوتة فى الصلابة لمقارنة باقى المعادن بها ورتبت مبتدئة بأقلها صلابة ومنتهية بأصلبها وأعطى كل منها رقما خاصا بها وهى : —

(١) الطلق (Talc) وهو أقل المعادن صلابة
(٢) الجبس (Gypsum)
} يمكن خدشها بالظفر

(٣) الكلسيت (Calcite)
(٤) الفلورسبار (Fluorspar)
(٥) الأباتيت (Apatite)
(٦) الأرثوكلاز (Orthoclase)
} تخدشها المبراة

(٧) الكوارتز (Quartz)
(٨) التوپاز (Topaz)
(٩) الكورندوم (Corundum)
(١٠) الماس (Diamond) وهو أصلب المعادن جميعاً
} لاتؤثر فيها المبراة

فاذا أريد معرفة صلابة أى معدن اختبرناه بالظفر أو المبراة لمعرفة مركزه من المعادن الأخرى ثم تجرب فى سطحه المعادن المقاربة له حتى تحدد مركزه بين مايخدشه وما ينخدش به مثلا الپيريت يخدش الفلسپار وينخدش بالكوارتز فصلابته بين الاثنين أى ٦ ½ .

والمعادن يختلف بعضها عن بعض كثيراً فى صلابتها ولذلك فالصلابة من الخواص التى تمكننا من تمييز المعادن بعضها عن بعض .

الثقل النوعى (Specific Gravity)

نعلم من علم الطبيعة أن الثقل النوعى لأى مادة هى النسبة بين وزن حجم معين منها لحجم مساو له من الماء المقطر على درجة حرارة ٤ سنتيجراد . والمعادن يختلف بعضها عن بعض اختلافا كبيرا فى ثقلها النوعى فبينما معدن الذهب ثقله النوعى ١٩ اذا بالحديد ½ ٧ والكبريت ٢ والنطرون ١و٤ وهلم جرا .

وقد يكون من السهل التمييز بين معدنين يختلف ثقلهما النوعى اختلافاً كبيرا مثال ذلك الكلسيت (كربونات الكلسيوم) ثقله النوعى ٧و٢ بينما الباريت (كبريتات الباريوم) ثقله النوعى ٥و٤ مع تشابههما فى بعض الخواص الأخرى. وهذا الفرق يكون فى هذه الحالة محسوسا حتى بمجرد استعمال اليد وحدها .

على أن الفرق فى الثقل النوعى قد يكون صغيراً جداً ويجب لذلك تقرير الثقل النوعى للمعدن بغاية الدقة .

البريق (Lustre)

يُعبّر بهذا اللفظ عن مقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن ونوع هذا الضوء فالبريق ضعيف أو معتم إذا كان الضوء المنعكس منه قليلا وهو متوسط ثم قوى متلألئ إذا كان مقدار هذا الضوء كبيراً .

والبريق اما فلزى (Metallic) — اذا كان يشبه فى نوعه بريق سطوح الفلزات المصقولة . كبريق معدن الجلينا (Galena) (كبريتور الرصاص)

أو ماسى (Adamantine) — كبريق الماس وهو يغلب فى المعادن الشفافة مثل السيروسيت (Cerussite) (كربونات الرصاص)

أو صمغى (Resinous) — كبريق الصمغ مثل عين الهر (Cat'seye)

أوزجاجى (Vitreous) — كبريق الزجاج مثل معدن الكوارتز (Quartz) (أوكسيد السليكون) .

أولؤلئى (Pearly) — كبريق اللؤلؤ مثل معدن الطلق (Talc)

او حريرى (Silky) — كبريق الحرير مثل معدن الجبس (Gypsum)

اللون (Colour)

هذه الخاصة لا يمكن الرجوع اليها لتمييز أغلب المعادن ذلك لأنه فى كثير من الأحوال يكون لون المعدن نتيجة اختلاط مادة أخرى به ولو بكميات صغيرة . فكثير من المعادن الشفافة تتخذ ألواناً مختلفة نتيجة اختلاطها بمواد غريبة عنها بكميات صغيرة جداً . فالكوارتز معدن شفاف لا لون له فى حالته النقية إلا أنه يوجد على ألوان مختلفة وقد يتخذ كل نوع منه اسماً خاصاً باختلاف ألوانه كالجمشت (Amethyst) البنفسجى اللون لوجود معدن المنجنيز مختلطاً به بكميات ضئيلة جداً كذلك الكورندوم (Corundum) وهو أوكسيد الألومنيوم شفاف لا لون له فى حالة النقاوة على أن من أنواعه الياقوت الأحمر والزفير الأزرق وكلها مادة واحدة ذات ألوان مختلفة للسبب المتقدم

ولبعض المعادن المتبلورة الشفافة خاصة التلون بلونين أو أكثر على حسب الاتجاهات المختلفة التى تعاين منها البلورة وأحسن الأمثلة على ذلك معدن الفلورسپار (Fluorspar) « فلورور الكلسيوم » فاذا نظر له من اتجاه معين ظهر أخضر ومن اتجاه آخر بنفسجيا وهلم جرا .

المخدش (Streak)

يطلق على لون مسحوق المعدن اذا خدش بمبراة مثلا ويقدرون أن لون المسحوق أكثر فائدة فى تمييز المعدن من لونه الذى يظهر فى بلوراته للأسباب التى تقدمت .

وهناك خواص أخرى قد تتميز بها بعض المعادن ولو أنها قليلة الأهمية فى المعادن الأخرى مثل

التفسفر (Phosphorescence) — وهى أن تضىء المعادن اذا احتك بعضها ببعض أو اذا وضعت فى مكان مظلم مثل الكوارتز والفلورسپار .

الملمس (Touch) — كمعدن الطلق مثلا ملمسه كالصابون .

وصف أهم المعادن الشائعة فى القشرة الارضية

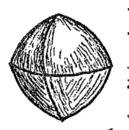
يبلغ عدد المعادن المعروفة نيف وثمانمائة أغلبها نادر الوجود . فسنكتفى هنا بايراد وصف بعض المعادن التى تدخل أكثر من غيرها فى تركيب أغلب الصخور المكونة للقشرة الأرضية * وكذلك بعض المعادن التى وان كانت قليلة الوجود الا أن أهميتها ترجع الى شيوع استعمالها . وسنبدأ بالمعادن البسيطة التركيب من عنصر واحد ثم عنصرين وهلم جرا منتهين بالمعادن المكونة من سليكات عناصر مختلفة وهى أعقدها تركيبا وأكثرها أهمية فى تركيب الصخور .

الماس (Diamond) (

تركيبه عنصر الكربون . وهو عادة فى بلورات ذات ثمانية وجوه تابعة لفصيلة المكعب حروفها مقوسة شكل ١٣ . يتشقق فى سطوح موازية لأوجه البلورة وهذه الخاصة لها قيمتها

---

* المعادن الاكثر شيوعا من غيرها فى القشرة الارضية هى : الكوارتز — الكلسيت — اكاسيد الحديد — الجبس — الملح — الفلسپار — الميكا — الهورنبلند — الاوجيت — الاوليفين .


(شكل ١٣) بلورة الماس

عند من يقومون بقطع الماس في صناعة الجواهر. صلابته ١٠ فهو أصلب المعادن كلها. ثقله النوعي ٦ و٣ . بريقه ماسي متألق ومن ثم تسميته الافرنجية . وأنقى أنواعه لا لون لها على أنه قد يميل الى الأصفر أو الأزرق أو الأحمر. وقد يكون أسود . وهو غالباً شفاف ويكسر أشعة الضوء لدرجة كبيرة كما أنه يحللها ومن ثم رهجه الذي يجعله من أحب الاحجار الكريمة للأنسان .

وهو من المعادن النادرة ويوجد اما مختلطاً بالرمال والحصى في بطون بعض الوديان أو في صخور بركانية كما في الترنسفال حيث يستخرج نحو ٩٥ في المائة من مجموع ما تنتجه مناجم العالم من هذا المعدن .

ويقدر الماس بالقيراط وهو ٢٩٥ ملليجرام وتزيد قيمته مع حجم الحجر ونقائه وخلوه من العيوب .

وقد بلغ بعض بلوراته حجماً كبيراً وهذه أصبحت مشهورة تتداولها أيدي الملوك أو الحكومات أو كبار الممولين وقد بلغت احداها ٤٥٧ قيراطاً .

ويستعمل الماس في صناعة الجواهر وكذلك يستعان به لقطع وصقل الماس والأحجار الكريمة الأخرى وبه يقطع الزجاج . ويستعمل في بعض الآلات الخاصة بثقب الصخور .

الجرافيت (Graphite)

تركيبه عنصر الكربون كالماس الا أنه يتبلور في قشور رقيقة سداسية الشكل ويوجد في قشور أو ترابي التركيب . صلابته من ١ الى ٢ ويترك أثراً أسود على أي شيء يلمسه ومن ثم سمي جرافيت من الكلمة اليونانية بمعنى « يكتب » ثقله النوعي ٢و٢ . بريقه فلزي ولونه أسود ومخدشه كذلك أسود وملمسه صابوني . لا تصهره الحرارة .

ويوجد في الصخور المتحولة كالشيست والأحجار الجيرية المتبلورة وأشهر موارده جزيرة سيلان بالهند. ويوجد كذلك في ايطاليا والنمسا والمكسيك . أما في القطر المصري فيوجد منتشراً في ذرات دقيقة ببعض الصخور المتحولة على مقربة من العروق الحاملة للذهب بالصحراء الشرقية ولكنه على هذه الحالة لا يصلح للاستغلال .

ويستعمل الجرافيت في صناعات مختلفة كالبوادق الخاصة بعمل الحديد المصهور في صناعة الصلب. ويخلط بالزيوت فيصلح لتشحيم الآلات ويخلط بالطين وتصنع منه أقلام الرصاص .

الذهب (Gold.)

مركب من عنصر الذهب ويوجد في الطبيعة غالبا ممتزجا بقليل من الفضة أو النحاس. ويتبلور احيانا في أشكال مكعبة على أنه في الغالب في خيوط وكتل غير ظاهرة التبلور . صلابته ٣ وثقله النوعي ١٩ قابل للطرق والالتواء . يختلف لونه الأصفر من فاقع الى باهت حسب كمية المعادن الأخرى المختلطة به. وهو سهل الانصهار بالحرارة ولا تؤثر فيه من الأحماض الامزيج من حامض الايدروكلوريك والأزوتيك وهي المادة المعروفة بماء النار .

ومع أن الذهب من المعادن النادرة الا أنه شائع بكميات صغيرة فى كثير من البلاد . وأغلب وجوده فى عروق من المرو (الكوارتز) أو الكلسيت وقد يوجد مختلطاً بالرمل والحصى فى بعض الوديان وبكميات ضئيلة جداً فى مياه البحار .

وأهم موارده بلاد الترنسفال بجنوب أفريقيا وكذلك استراليا وأمريكا الشمالية والمكسيك وروسيا . ويوجد بالصحراء الشرقية المصرية فى عروق من المرو وقد استغله فيها قدماء المصريين على نطاق واسع ففتحوا من أجله مناجم كثيرة ومنه صنعوا تلك الحلى الجميلة التى هى فخر الصناعة المصرية القديمة .

الفضة (Silver)

مركب من عنصر الفضة وقد يوجد فى الطبيعة ممتزجاً بالذهب أو النحاس أو الرصاص . ويتبلور فى مكعبات ولكن أغلب وجوده فى خيوط وكتل غير منتظمة . صلابته كالذهب ولكنه أخف منه اذ يبلغ ثقله النوعى ١١ .

وهو كالذهب قابل للطرق وسهل الانصهار بالحرارة . أبيض اللون ويتأثر بحامض الازوتيك

وأغلب موارد الفضة مركباته مع الكبريت أو الزرنيخ ويوجد فى أمريكا الشمالية والمكسيك وبيرو بجنوب أمريكا ويستعمل للزخرفة وفى صناعة النقد .

النحاس (Copper)

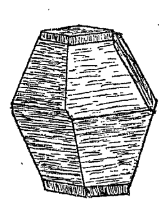
هو عنصر النحاس . يتبلور فى مكعبات ولكن أغلب وجوده فى الطبيعة فى خيوط أو كتل غير منتظمة . صلابته كالذهب والفضة وثقله النوعى أقل منهما نحو ٩ . يطرق بسهولة. لونه أحمر نحاسى . سهل الانصهار ويتأثر بحامض الازوتيك .

ويوجد النحاس عادة مختلطا بأكاسيده . وأشهر موارده المناطق القريبة من بحيرة سوبريور (Lake Superior) فى أمريكا الشمالية ويستعمل فى صناعة الأوانى والآلات الكهربائية والاسلاك . وتدخل مركباته فى بعض الصناعات .

الكبريت (Sulphur)

تركيبه عنصر الكبريت. يتبلور عادة فى أشكال هرمية مربعة القاعدة تابعة لفصيلة المعين (شكل ١٤) على أن هذا المعدن له خاصة التبلور فى أشكال أخرى هى عبارة عن ابر رقيقة مستطيلة تابعة لفصيلة الميل الواحد الا أن هذه الأشكال غير ثابتة بمعنى أنها اذا تركت مدة كافية تحولت الى قطع صغيرة كل منها هرم رباعى كما قدمنا .

والكبريت لا يتشقق ولكنه سريع الكسر ، ومكسره محارى . صلابته ٢ وثقله النوعى ٢ ولونه أصفر فاقع ، وبريقه بين الصمغى والماسى . شفاف ينصهر بحرارة قليلة ويحترق فيعطى غازات خانقة .


(شكل ١٤) بلورة الكبريت

ويوجد الكبريت فى المناطق البركانية نتيجة التسامى من الغازات المنبعثة من فوهة البركان ولكنه يوجد أيضا متخللا

صخور الجبس والجير ويرسب أيضا من مياه بعض العيون الكبريتية الحارة .

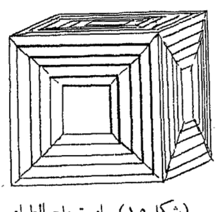
ويوجد فى الصحارى المصرية متخللا الصخور الجبسية والجيرية فى مناطق البترول بجمسا وجبل الزيت حيث يملأ شقوقا وجيوبا فى الصخر . وقد كان يستغل فى جمسا (الدمشة) لعمل البارود منذ عشرات السنين. وهناك ينابيع كبريتية على جانبى خليج السويس (مثل حمام فرعون وعيون موسى فى شبه جزيرة سينا) كما أن مياه عيون حلوان تحتوى على نسبة معينة من الكبريت .

ويستغل الكبريت غالبا فى جزيرة صقليه بايطاليا ومنها يستخرج الجزء الأكبر من الكبريت المستعمل فى الدنيا .

وهو يستعمل فى صناعة حامض الكبريتيك وصناعة الثقاب وبعض أنواع المفرقعات (البارود) وفى العقاقير الطبية .

ج الملح (Rock Salt)

وهو المعروف بملح الطعام . تركيبه الكيميائى كلورور الصوديوم . يتبلور فى مكعبات تتشقق بسهولة فى قشور موازية لوجوه المكعب شكل ١٥ . وقد يوجد أيضاً فى ألياف أو كتل غير ظاهرة التبلور . صلابته ٢٫٥ وثقله النوعى ٢٫٢ شفاف لا لون له . بريقه زجاجى . طعمه مالح . سهل الانصهار ويذوب فى الماء .



(شكل ١٥) بلورة ملح الطعام

ويتكوّن عادة نتيجة تبخر مياه البحار كما فى الملاحات فى شمال الدلتا . ويوجد فى الصحارى المصرية فى طبقات رقيقة تحت سطح الأرض مباشرة نتيجة رسوبه من مياه تصعد بفعل الجاذبية الشعرية . وفى بعض البلاد يوجد فى طبقات سميكة تحت الأرض وخصوصاً فى مناطق البترول برومانيا وأمريكا الشمالية وفى بعض جهات على شاطىء خليج السويس (الزيتية وجمسا وأبو شعر) .

وهو شائع الاستعمال ويستخرج إما من الملاّحات القريبة من الشواطىء أو من المناجم أو من آبار مالحة .

د البيريت (Pyrites)

تركيبه الكيميائى كبريتور الحديد . يتبلور فى مكعبات وفى أشكال ذات

اثنى عشر وجهاً مخمساً تابعة لفصيلة المكعب . لا يتشقق ولكنه سريع الكسر ومكسره محارى . صلابته ٦ وثقله النوعى ٥ر١ نحاسى اللون باهت . وبريقه فلزى غير شفاف . يحترق فيعطى غازات كبريتيه .

يوجد فى أنواع كثيرة من الصخور وفى العروق المعدنية التى تحمل الذهب . أهم فوائده صناعة حامض الكبريتيك الذى هو أساس كثير من الصناعات .

٥ **الكوارتز** (Quartz)

ويسميه العرب المرو . وتركيبه الكيميائى ثانى أوكسيد السليكون . يتبلور عادة فى أشكال منشورية سداسية تنتهى باهرام سداسية (شكل ١٦) لا يتشقق ولكنه سهل الكسر ومكسره محارى . صلابته ٧ وثقله النوعى ٦٥ر٢ . شفاف ولا لون له . بريقه زجاجى . لا ينصهر بسهولة ولا يتأثر بالأحماض .

وهو من أكثر المعادن شيوعا على وجه الأرض .

(شكل ١٦) مجموعة متلاصقة من باورات الكوارتز

ولوجوده غالباً فى أشكال بلّورية منتظمة قد ساعد كثيراً على دراسة قواعد التبلور . وفى حالة نقاوته يستعمل لعمل عدسات النظارات الجيدة اللازمة للآلات العلمية ويدخل فى صناعة الزجاج والخزف .

ويوجد فى الطبيعة على حالات مختلفة أهمها : —

(اولا) فى الصخور النارية أى التى تجمدت من مواد معدنية مصهورة . فهو معدن أساسى فى صخر الجرانيت وما شابهه من الصخور النارية .

(ثانياً) فى عروق تقطع الصخور النارية والمتحولة وقد تمتد مسافات طويلة وهى العروق التى تحمل معادن الفلزات كالذهب والرصاص وغيرها .

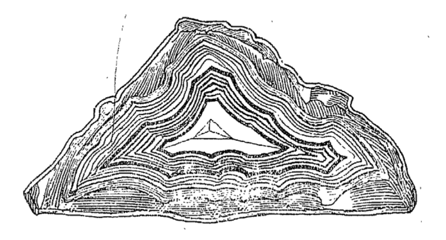
(ثالثاً) فى فجوات وشقوق فى الصخور نتيجة رسوب من مياه معدنية كان مذاباً بها ثانى أوكسيد السليكون .

(رابعاً) فى ذرات مختلفة الحجم وهى الرمال الناتجة من تفتت الكوارتز من جراء العوامل الجوية المختلفة حيث تحملها الرياح ومجارى الماء وتكوّن رواسب الرمال فى بطون الوديان وعلى شواطىء البحار وفى الصحارى.

وقد تختلط بالكوارتز مواد معدنية أخرى ولو بكميات بسيطة فتعطيه ألواناً بحيث تطلق عليه أسماء مختلفة مثل : —

الجمشت (Amethyst) — بنفسجى اللون لوجود أوكسيد المنجنيز به .

العقيق (Agate) — فى طبقات ملونة بألوان حمراء وصفراء نتيجة وجود اكاسيد الحديد (شكل ١٧).



(شكل ١٧) قطاع لقطعة من العقيق

العقيق الأبيض (Chalcedony) — راسب من مياه كان مذابا بها ثانى أوكسيد السليكون .

اليشب (Jasper) — وهو إما أخضر أو أحمر لاختلاط الكوارتز بمواد طينية وأكاسيد الحديد .

الصوان (Flint) — أوكسيد السليكون ومعه مواد طينية .

وهذه المواد المذكورة يستعمل أغلبها فى صناعة الجواهر ما عدا الأخير فقد كان استعماله فى العصور الحجرية قبل أن يكتشف الانسان طرق صهر واستعمال الفلزات (النحاس والحديد) فكان يصنع من الصوان آلاته للصناعة والصيد .

اكاسيد الحديد (Oxides of Iron)

١ الهيماتيت (حجر الدم) (Hæmatite.) — أوكسيد الحديد . يتبلور فى أشكال سداسية ويتشقق فى قشور سداسية أيضاً . صلابته ٦ وثقله النوعى ٢و٥ لونه أسود شبه الحديد أو أحمر قاتم . مخدشه أحمر فاقع كلون الدم ومن ذلك تسميته . بريقه فلزى غير شفاف . ينصهر بصعوبة ويذوب فى حامض الايدروكلوريك .

يوجد فى الطبيعة إما متباوراً و إما غيرمتبلور وهو الأغلب . ويكون فى كتل مستديرة سطحها الخارجى أشبه بشكل الكليتين وتركيبه الداخلى فى الياف متراصة لونها أحمر قاتم (انظر شكل رقم ١٨) . ويوجد أحياناً على حالة مسحوق دقيق ينتشر فى الصخور فيكسبها اللون الأحمر فالأحجار الرملية الحمراء والعقيق الأحمر وغيرها من المعادن ذات اللون الأحمر يرجع لونها غالبا إلى وجود هذا المعدن فيها بكميات قليلة .

(شكل ١٨) قطعة من الهيماتيت سطحها أملس مستدير وتركيبها فى الياف متراصة

الليمونيت (Limonite) مثل الهياتيت فى تركيبه بزيادة ١٤ ٪ من الماء .
وهو فى الغالب ترابى التركيب غير متبلور يختلف لونه من الاسمر الى الاصفر .

والمغرة (Ochre) هى من هذا الفريق وتوجد فى القطرالمصرى فىشقوق وطبقات تتخلل الصخور الرملية والجرانيتية القريبة من أسوان ومنها كان المصريون القدماء يصنعون الاصباغ التى يستعملونها فى نقوشهم . ويُبذل الآن مجهود لأحياء هذه الصناعة .

أكاسيد المنجنيز (Oxides of Manganese)

المنجنيز كالحديد له أكاسيد متعددة يختلف بعضها عن بعض باختلاف نسبة المنجنيزللاوكسيجين . أهم هذه الاكاسيد معدن أسمه پسيلوميلين(Psilomelane) يوجد عادة فى كتل غير متبلورةصلابته ٥ر٥ وثقله النوعى ٢ر٤ أسود اللون . بريقه شبه فلزى غير شفاف . لاينصهر الا بصعوبة .

وتوجد أكاسيدالمنجنيز مختلطة باكاسيد الحديد بكثرة فىأواسط شبهجزيرة سينا وهو يستغل على نطاق واسع فى منطقة « أم بجما » ويستعمل لصناعة أنواع خاصة من صلب الحديد تمتاز بصلابتها .

وتوجد أكاسيد المنجنيز أحيانا موزعة فى ذرات صغيرة فى كثير من الصخور فتكسبها لونا أسود .

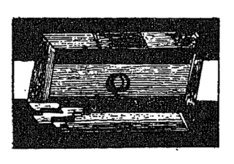
الكلسيت (Calcite)

تركيبه الكيميائى كربونات الكلسيوم . يتبلور فى أشكال مختلفة تابعة لفصيلةالسداسى(شكل ١٩)ولكنها سريعة التشقق الى أشكال معينة الوجوهتسمى(.Rhombohedron). صلابته ٣ وثقله النوعى ٧و٢ . شفاف لا لون له . بريقه زجاجى . وخاصته أن يكسر أشعة الضوء كسرا مزدوجا

(شكل ١٩)
بلورة من الكلسيت

(Double-refraction.) بحيث اذا وضعت بلورة من الـكلسيت فوق ورقة رسم عليها شكل ما فأنك ترى الشكل مزدوجا (أنظر الشكل رقم ٢٠) .

الأحماض تؤثر فى الـكلسيت فينبعث منـه غاز ثانى أوكسيد الـكربون . والـكلسيت يأتى بعد الكوارتز من حيث شيوعه فى صخور الأرض . فيوجد فى بعض الصخور النارية كما أنه يوجـد فى عروق تتخلل الصخور الجيرية وكذلك



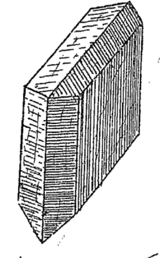
(شكل ٢٠) يوضح كسر الـكلسيت للضوء كسرا مزدوجا

فى الـكهوف يوجد فى أعمدة رشيقة تتدلى من سقوف الـكهوف وترتفع من أرضها وهى المعروفة بالاستلاكتيت والاستلاجميت (Stalactites & Stalagmites.) وسيأتى وصفها بعد . وهى نتيجة تسرب مياه مشبعة بالمواد الجيرية الى الـكهوف ثم تبخرها فتترك وراءها المادة الجيرية إما معلقة فى السقف حيث تدخل المياه فى أول الأمر أو على الأرض مقابل الأولى حيث تسقط منه .

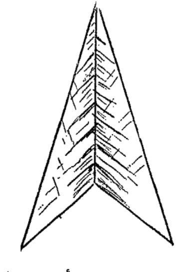
والرخام هو فى الواقع عبارة عن بلورات متماسـكة من الـكلسيت تبلورت بعد انصهار الحجر الجيرى بعامل الحرارة الناتجة من صخور نارية تدخلت فيها .

الجبس (Gypsum)

تركيبه الـكيميائى كبريتات الـكلسيوم مع الماء . يتبلور فى بلورات معينة الشكل تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢١) وفى بلورات توأمية تشبه رأس الرمح (شكل ٢٢) . التشقق كامل . الصلابة ٢ والثقل النوعى ٢و٢ وهو معدن شفاف لا لون له . بريقه لؤلئى أو زجاجى . ويذوب فى حامض الأيدروكلوريك بعـد تسخينه . واذا حرق فى الأفران يفقد الماء المتحـد معه وينتج عن ذلك المصيص (Plaster of Paris) المستعمل فى طلاء البناء .



(شكل ٢١) بلورة من الجبس



(شكل ٢٢) قطاع بلورة توأمية من الجبس

ويوجد الجبس بكميات كبيرة صالحة للاستغلال بالقرب من البلاّح وفايد على قنال السويس وكذلك قرب مريوط غرب الاسكندرية كما أنه توجد أنواع رديئة منه على سطح الهضبة التى تحد ضفة النيل الشرقية من القاهرة حتى قنا . ومن هذا النوع يصنع الجبس البلدى المعروف .

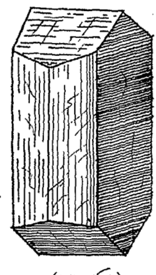
وتوجد قرب شواطىء البحر الأحمر وخليج السويس جبال ترتفع بعضها ارتفاعا كبيراً ومعظمها من الجبس كما أنه يوجد فى طبقات سميكة تحت سطح الأرض فى مناطق البترول .

الفلسبار (Felspar)

يطلق هذا الاسم على فصيلة من المعادن تركيبها الكيميائى سليكات الألومنيوم مع واحد أو أكثر من أكاسيد البوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم . وهى معادن تدخل فى تركيب أغلب الصخور النارية كالجرانيت والديوريت والبازلت . وهذه المعادن هى التى تتحول بفعل الأمطار والعوارض الجوية الأخرى الى المواد الطينية المعروفة .

وأهم أنواع الفلسبار هى : —

الارثوكلاز (Orthoclase) — وهو سليكات الألومنيوم والپوتاسيوم . يتبلور



(شكل ٢٣)
بلورة من الارثوكلاز

فى منشورات تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢٣) . يتشقق بسهولة . صلابته ٦ وثقله النوعى ٢٫٥ . يختلف لونه بين الأبيض والمائل للاحمرار والرمادى وقد يكون شفافا لا لون له وقد يكون غير شفاف وهو الأغلب . بريقه زجاجى . وهو من المعادن الأساسية فى صخر الجرانيت . وتبعا للون الأرثوكلاز يكون لون الجرانيت لوفرته فيه . فجرانيت أسوان الوردى يرجع لونه لكون الأرثوكلاز الذى به أحمر والجرانيت الأسمر لون الأرثوكلاز به أبيض .

البلاجيوكلاز (Plagioclase) — هذا الاسم ينطوى تحته عدة أنواع من الفلسپار هى سليكات الألومنيوم مع الصوديوم أو الكلسيوم بدل الپوتاسيوم كلها تتبلور فى منشورات تابعة لفصيلة الميول الثلاثة . وثقلها النوعى يزيد قليلا عن الأرثوكلاز . وتوجد غالبا فى بلورات صافية غير ملونة تشبه الزجاج .

وهذه المجموعة من معادن الفلسپار تدخل غالبا فى تركيب الصخور البركانية والصخور القاعدية (وسيأتى تفسير ذلك عند التكلم عن الصخور) .

ومن أهم أنواع البلاجيوكلاز : —

الألبيت (Albite) وهو فلسپار الصوديوم .

والأنورثيت (Anorthite) . وهو فلسبار الكلسيوم .

الكاولين (Kaolin) . أو الطين الصينى (China-clay) هو سليكات الألومنيوم + ماء وهو عادة عبارة عن مسحوق أو كتل بيضاء رخوة وقد يكون لونها مائلا للصفرة نتيجة

اختلاط أكاسيد الحديد بها . وهو نتيجة تحلل الفلسپار. ويوجد بكثرة فى الصين وفرنسا وألمانيا وغيرها ومنه تصنع الأوانى الصينية (الخزف).
وهو يوجد بكميات متفاوتة فى جميع الصخور الطينية على أن فى بعضها كطمى النيل مثلا نسبة الكاولين صغيرة جداً .

الميكا (Mica)

يطلق هذا الاسم على مجموعة هامة من المعادن تشترك فى صفات أهمها أنها جميعا سليكات الألومنيوم مع واحد أو أكثر من أكاسيد البوتاسيوم أو المجنزيوم أو الحديد أو غيرها . وهى جميعاً تتبلور فى أشكال سداسية تابعة لفصيلة الميل الواحد . وأهم خواصّها قدرتها على التشقق الى صفائح سداسية متناهية فى الرقة (شكل ٢٤) . وكلها شفافة إلا أن بعضها أبيض والبعض الآخر أسود أو ملون بألوان قاتمة أخرى . وصلابتها ٢٫٥ والثقل النوعى ٢٫٩ و بريقها زجاجى . وتوجد الميكا كمعدن أساسى فى صخر الجرانيت (الذى يتكوّن إذن من الكوارتز والفلسپار والميكا) وفى أغلب الصخور المتحولة .

(شكل ٢٤)
بلورة من الميكا
توضح خاصة التشقق

وكثيرا ماتوجد الميكا فى قطع كبيرة تتشقق الى ألواح عريضة شفافة تُستغلّ لاستعمالها فى بعض الآلات الكهربائية و بدل الزجاج فى أغراض شتى إذ تمتاز عنه برقة ألواحها وخفتها وعدم قابليتها للكسر وعدم تأثرها بالحرارة الشديدة .

و بتأثير عوامل الطبيعة على الصخور التى تحتوى على الميكا تتفتت هذه الى قطع صغيرة جداً يمكن ملاحظتها لبريقها فى غرين النيل وكثيراً ما يظنها العامة قطعاً من الذهب لاصفرارها ورهجها .

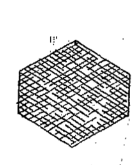
ومن أكثر أنواع الميكا شيوعا : —

الميكا البيضاء (Muscovite) — وهى سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم .

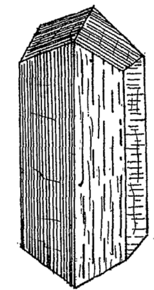
والميكا السوداء (Biotite) — وهى سليكات الألومنيوم والمجنيزيوم والحديد .

الهورنبلند (Hornblende)

تركيبه الكيميائى سليكات المجنيزيوم والكلسيوم والحديد مع قليل من الألومنيوم. يتبلور فى منشورات تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢٥) يتشقق تشققاً كاملا فى اتجاهين موازيين لوجهين من أوجه المنشور وهما اتجاهان يتقاطعان فى زاوية ١٢٠° بحيث يظهر القطاع الأفقى تحت عدسة المجهر تقطعه خطوط كما فى (الشكل رقم ٢٦) . وهذه من الخواص التى تميزه من معدن آخر مشابه له اسمه



(شكل ٢٦)
قطاع بلورة من الهورنبلند يبين تقاطع خطوط التشقق فى زاوية ١٢٠°



(شكل ٢٥) بلورة من الهورنبلند

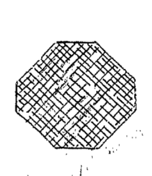
الأوجيت يأتى وصفه بعد . وصلابة الهورنبلند تختلف من ٥ الى ٦ وثقله النوعى نحو ٣ ولونه أسود غير شفاف .

وهو يوجد فى كثير من الصخور النارية مثل جرانيت أسوان . وهو من المعادن الأساسية فى صخر الديوريت وفى بعض الصخور المتحولة .

والازبستوس (Asbestos) أو حجر الفتيل هو من أنواع الهورنبلند مركب من ألياف طويلة رخوة يمكن فصلها فى خيوط قابلة للحياكة تعمل منها أقمشة تقاوم الحريق .

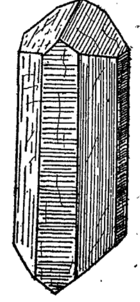
الاوجيت (Augite)

يشبه الهورنبلند فى تركيبه الكيميائى وفى تبلوره فى منشورات تابعة لفصيلة الميل الواحد الا أن زواياه المنشورية تختلف عن الاولى (شكل ٢٧) . كذلك تشققه فى اتجاهين موازيين لوجهين من أوجه المنشور ولكنهما يتقاطعان فى زاوية قائمة تقريباً . كما فى (الشكل رقم ٢٨) .



(شكل ٢٨)

قطاع بلورة من الاوجيت يوضح تشققها فى اتجاهين متقاطعين فى زاوية قائمة



(شكل ٢٧) بلورة من الاوجيت

أما اللون فأسود وغير شفاف والبريق زجاجى والصلابة من ٥ الى ٦ والثقل النوعى ٣و٣ . وهو من المعادن الشائعة فى الصخور البركانية القاعدية كالبازلت .

الاوليفين (Olivine)

تركيبه الكيميائى سليكات المجنيزيوم والحديد . يتبلور فى منشورات تابعة لفصيلة المعين . صلابته ٧ وثقله النوعى ٤و٣ ولونه أخضر مائل للصفار . شفاف . زجاجى البريق .

وهو من المعادن الشائعة فى الصخور القاعدية كالبازلت و بعض الصخور البركانية الأخرى . ومن أنواعه المستعملة فى الجواهر الزبرجد (Peridot) . ولونه أخضر جميل الا أن صلابته أقل بكثير من صلابة الاحجار الكريمة الأخرى

ولذلك فقيمته تقل كثيراً عن الماس والزمرد والياقوت مثلا .

والزبرجد يوجد بكثرة فى جزيرة الزبرجد بالبحر الأحمر جنوب القصير .

الصخور

جرت العادة أن يطلق لفظ صخر على كل مادة صلبة تدخل فى تكوين القشرة الارضية . وقد كانت الصلابة شرطاً لازما فى الصخر فأخرجت لذلك مواد كالرمل والطين لاتختلف عن الصخور الاخرى الا لرخاوتها . أما الاستعمال الجيولوجى لهذا اللفظ فيترك جانباً خاصة الصلابة ويشمل اذ ذاك جميع المواد المركبة من معدنين أو أكثر التى تدخل فى تركيب القشرة الارضية . فالجرانيت والحجر الجيرى والرمل والطين كلها صخور . ويكون التعريف العلمى للصخر هو كل مادة مكونة فى الطبيعة من معدنين أو أكثر .

وقد يكون الصخر مكوناً من معدن واحد كالحجر الجيرى والجبس مثلا الا أن وجوده بكميات هائلة حيث يكوّن طبقات مترامية الاطراف أو جبال كبيرة يجعله أقرب للصخور منه للمعادن اذ لايمكن أن تتوافر فيه أهم صفات المعادن وهى التناسق فى جميع أجزائه .

ويختلف بعض الصخور عن بعض فى خواص كثيرة ولابد لدراستها من الاحاطة بهذه الخواص . على أنه تسهيلا لدراسة الصخور يجب أن نقسّمها الى أقسام أو فصائل ولا يمكننا هنا اتباع الطريقة التى اتبعناها فى تقسيم المعادن باعتبار تركيبها الكيميائى أساساً لهذا التقسيم اذ أنه قد يتشابه صخران فى التركيب الكيميائى أو المعدنى بينما هما مختلفان فى أصل تكوينهما كل الاختلاف .

وقد اتفق الجيولوجيون على تقسيم الصخور بحسب طرق تكوينها فى الطبيعة ثلاثة أقسام : —

(أولا) الصخور النارية (Igneous Rocks) — ويعبّر عنها أحيانا بالصخور المتبلورة (.Crystalline Rocks) أو الصخور الأولية (Primary Rocks) وهى التى تكونت من مواد معدنية مصهورة تصلبت بالبرودة . ومن هذا الفريق الجرانيت والبازلت .

(ثانيا) الصخور الراسبة (.Sedimentary Rocks) — وتعرف أيضا بالصخور الطباقية (Stratified Rocks) أو الصخور الثانوية (Secondary Rocks) وهى نتيجة تراكم مواد ناتجة من تفتت الصخور الأوليــة أو صخور راسبة أخرى أو مواد أفرزتها حيوانات أو نباتات ثم تماسكت بالضغط والتجفيف أو رسوب مواد أخرى بين ذراتها . ومن أمثلة هذا الفريق الأحجار الرملية والجيرية والطينية .

(ثالثا) الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks) — وهى صخور كانت فى أول تكوينها إما نارية وإما راســبة ثم تأثرت بعوامل أدت إما الى تعريضهــا لحرارة مرتفعة جــداً أو لضغط عظيم وإما للاثنــين معــا فاكتسبت من جراء ذلك خواص أخرى ليست لأى النوعين السابقين . أى أنها تحولت من الحالة الأصلية الى حالة جديدة . ومن أمثلة هذه الصخور الرخام (Marble) والاردواز (Slate) .

ملاحظات عامة عن الفرق بين الصخور النارية والراسبة والمتحولة

قبل أن نأتي على بيان أهم الصخور من كل نوع يجب أن نستعرف الفرق بين كل من الانواع الثلاثة على وجه الاجمال .

ولكى نقرب الى الذهن طريقة تكوين الصخور النارية يجب أن نذكر أن من أفواه البراكين الناشطــة تخرج مواد مصهورة هى الحمم البركاني ذات حرارة مرتفعة جدا . هــذه المواد بمجرد تعرضها للجو تبتدئ في البرودة فلا يمضى وقت طويل حتى تقف عن الاندلاع وتتجمد الى صخر أسود صلب يشبهــه كثيرا حجر البازلت الذى ترصف به شوارع مدننا الكبيرة . ومثل هــذا

حدث عند تكوين الصخور النارية فهى فى الاصل مادة حارة مصهورة أشبه بالحمم البركانى تجمدت بعد ذلك بانخفاض حرارتها . على أن هذا التجمد قد يحدث على السطح كما فى المثل الذى أوردناه وقد يكون فى داخل الارض ولكن على عمق غير كبير وفى هذه الحالة تكون البرودة والتصلب أبطأ قليلا مما يحدث على السطح. على أن هناك حالات بردت فيها المواد المصهورة على عمق كبير داخل الارض حيث درجة الحرارة أكبر كثيرا مما هى على السطح وهنا يكون التبريد أبطأ كثيرا .

ولقد قدمنا عند التكلم عن التبلور فى المعادن أن المادة المعدنيه المصهورة اذا بردت تتخذ أشكالا بلورية تختلف باختلاف المعادن نفسها ففى الحالات التى تبرد فيها هذه المواد ببطء يكون تبلورها أتم وفى الحالات التى تبرد فيها بسرعة لايكون هناك من الوقت متسع لنمو البلورات النمو التام .

فمن ذلك تجد الصخور التى تصلبت فى باطن الارض على أعماق كبيرة جميع معادنها متبلورة تبلورا ظاهراً. واقل من ذلك المواد التى تجمدت قرب السطح. وأقل من هذه أيضا التى تبلورت على السطح. وفى هذه الحالة الاخيرة قد تتصلب المعادن على حالة تشبه الزجاج .

فمما تقدم نرى أن أهم صفات الصخور النارية أن تكون متبلورة أوزجاجية فى تركيبها .

هذا ولما كانت المواد المصهورة التى منها تكونت جميع الصخور النارية هي فى الأصل فى داخل الأرض ومنها تصعد الى السطح فهي تدخل فى جميع ما يقابلها من الشقوق والخلايا التى بالقشرة الأرضية أو اذا وصلت الى السطح فانها تسيل على جوانب الفوهة التى منها اندلعت الى السطح فهى بحكم ذلك اما متدخلة فى صخور أخرى فى عروق وشقوق واما موزعة على السطح فهى اذن ليست فى طبقات متتابعة .

وهناك صفة أخرى لهذه الصخور نتيجة تكوينها من مواد مصهورة وهى أنها خالية تماما من بقايا مواد حيوانية أو نباتية اذلا يتيسر لهذه أن تعيش عليها .

فأهم خواص الصخور النارية إذن أنها متبلورة أو زجاجية وليست فى طبقات ولا تحتوى أى حفريات

أما الصخور الراسبة فيمكن تصور طريقة تكوينها اذا أخذنا اناء من الماء وصببنا فيه مادة رملية مثلا فهذه ترسب الى القاع حيث تكون طبقة أفقية متساوية السمك تقريباً . فاذا صببنا مادة أخرى طينية مثلا فهذه ترسب فى طبقة فوق الطبقة الأولى حتى اذا كررنا هذه العملية عدة مرات وبمواد مختلفة أنتجت طبقات أفقية تتلو الواحدة منها الأخرى .

فاذا اعتبرنا البحار والبحيرات كأنها أحواض كبيرة تأتى اليها الأنهار والرياح بمواد صخرية مفتته فان هذه المواد ترسب الى القاع وتكون طبقات يتلو بعضها بعضا كما قدمنا . هذه المواد بحكم الضغط الواقع فوقها وبما يرسب بين ذراتها من مواد أخرى قد تتصلب الى صخور صلبة هى الصخور المعروفة بالراسبة .

ولا ينتظر من طريقة التكوين التى وصفنا أن تكون هذه الصخور متبلورة لأنها لم تتصلب من انصهار أو من حالة ذوبان الا فى بعض أحوال خاصة .

كذلك نعلم أن البحار والأنهار والبحيرات هى مأوى لكثير من أنواع الحياة من نباتات وحيوانات . هذه تعيش ثم تموت فتسقط أجسامها الى القاع بين ما يرسب عليه من المواد الاخرى فالاجزاء الرخوة ومنها اللحم والدم قد تتحلل وتندثر أما الأجزاء الصلبة كالعظام والمحارات فهذه تبقى حتى تدفن تحت ما يرسب فوقها من المواد ومن ثم تصير الى حفريات ودفائن لها أهمية جيولوجية خاصة كما سيأتى بعد .

فمما تقدم نرى أن أهم صفات الصخور الراسبة أن تكون غالبا غير متبلورة ولا زجاجية وان تكون فى طبقات متتالية وقد تحتوى حفريات .

أما الصخور المتحولة فلا يصعب تصور طريقة تكوينها اذ أننا نعلم أن كل ماده معدنية صلبة اذا رفعت حرارتها لدرجة معينة تنصهر فاذا أعيد تبريدها فانها تتبلور وتكون بلوراتها ظاهرة اذا كان تبريدها بطء . مثال ذلك اذا أخذنا قطعة من الحجر الجيرى وهو صخر راسب فى أصل تكوينه وعرضناها لحرارة مرتفعة جداً فانها تنصهر فاذا أعدنا تبريدها ببطء فان المادة المكونة لها وهى كربونات الكلسيوم تتخذ شكلها البلورى أى تتحول الى بلورات من معدن الكلسيت فيتحول بذلك الحجر الجيرى الى صخر قوامه بلورات من الكلسيت وهو الرخام المعروف. فالرخام اذن صخر متحول من الحجر الجيرى بالحرارة . وقد حدث هذا كثيراً فى الطبيعة بتدخل المواد المصهورة الساخنة في طبقات الحجر الجيرى المكونة لبعض أجزاء القشرة الأرضية .

كذلك اذا أخذنا صخراً ناريا كالجرانيت مثلا وهو مكون من بلورات متماسكة من معادن الكوارتز والفلسبار والميكا ثم وضعناه تحت ضغط شديد جداً وحرارة كافية لابتداء انصهاره ولو انصهارا جزئياً فان البلورات المكونة له يتعدل وضعها بحيث تندمج فى طبقات رقيقة متوازية أطوالها في اتجاه مضاد للاتجاه الواقع منه الضغط . فاذا بردت ثانيا فان الصخر الناتج يكون متبلورا ولكنه فى طبقات رقيقة متوازية . وهذا قد حدث كثيراً في الطبيعة من جراء تقلصات أرضية عنيفة تعرض الجزء من القشرة الأرضية الواقعة فيه هذه التقلصات الى ضغط شديد ينتج عنه نوع من الصخور أسمه الجنيس (Gneiss) ونوع آخر اسمه الشيست (Schist) وهى صخور متحولة من صخور نارية أو راسبة بتأثير الحرارة والضغط الشديدين .

فمما تقدم نرى أن الصخور المتحولة هى غالباً متبلورة وقد تكون فى طبقات رقيقة متوازية وقديكون بها حفريات الاأن هذه قديتغيرشكلها الاصلى تغييراً كبيراً .

الصخور النارية

تتكون الصخور النارية فى الطبيعة اما داخل القشرة الارضية وتسمى صخوراً متداخلة (Intrusive) لتدخلها بين طبقات وفى شقوق وفجوات الصخور الاخرى

المكونة لهذه القشرة. وإما على سطح الارض وهى المعروفة بالسطحية (Extrusive). وهذه الاخيرة يطلق عليها أيضاً اسم الصخور البركانية (Volcanic) لأن معظمها يتكوّن نتيجة تفاعلات بركانية .

هذا التقسيم طبيعى ومع هذا فان القسمين يرتبط أحدهما بالآخر ارتباطا وثيقا بحيث يمكن التدرج من نوع لآخر فى سلسلة درجات غير محسوسة ، ذلك لأن المادة المصهورة فى صعودها من جوف الأرض الى السطح يتصلب حتما جزء منها على أعماق كبيرة داخل الأرض وجزء قرب السطح وجزء على السطح نفسه وتتدرّج الصخور الناتجة عن ذلك فى خواصها من نوع لآخر تدرّجا تاما.

ولما كانت الصخور النارية المتدخلة قد تكونت فى أول الأمر داخل القشرة الأرضية كان ظهورها الآن على السطح ليس الا نتيجة عوامل أخرى حدثت بعد تكوينها بزمن طويل ، ومن هذه العوامل مايؤدى الى تآكل الصخور التى فوقها وهى مايعبر عنها بعوامل التعرية وسيأتى الكلام عنها بعد ، أو قد يكون ظهورها نتيجة تقلصات فى القشرة الأرضية تؤدى الى بروز أجزاء من هذه القشرة وهى العوامل التى أدت الى بروز سلاسل الجبال العظمى وسيأتى بحثها أيضا فيما بعد .

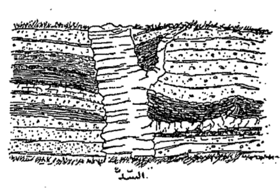
الحالات التى توجد عليها الصخور النارية فى الطبيعة

الصخور المتدخلة — توجد هذه على الحالات الآتية : —

السدود (Dykes) — وهى عروق من الصخر تصلبت من مواد معدنية مصهورة بعد دخولها فى شقوق مستطيلة تخترق صخوراً أخرى ، وهذه السدود تختلف طولا من بضعة أمتار الى عدة كيلو مترات وفى سمكها من بضعة سنتيمترات الى عشرات الأمتار وتغور فى الأرض طبعا الى أعماق حتى تتصل بمصدر المواد المصهورة .

وهى على هذه الحالة تخترق الصخور الراسبة أو النارية أو المتحولة فتحدث فيها عادة تحولا على جانبيها نتيجة تدخلها وهى على حرارة مرتفعة (أنظر الشكل رقم ٢٩) والصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الأولى .

وقد تكون هذه السدود من صخر أشد صلابة من الصخور التى على جانبيه فيقاوم عوامل التعرية أكثر منها فتتآكل هذه ويبقى السد كحائط هائل قد يمتد عدة كيلومترات كما قدمنا .



(شكل ٢٩) يمثل سدا من الصخور النارية يخترق مجموعة من الطبقات الراسبة

وقد يكون السد أقل صلابة من الصخور الأخرى فيتآكل هو ويترك خندقا مستطيلا بينها .

وأغلب هذه السدود رأسى على أن بعضها يميل عن الرأسى فى زوايا إما صغيرة أو كبيرة وفى هذه الحالة الأخيرة يتدرج الى : —

السدود الأفقية (Sills & Sheets) — وهذه تظهر كأنها طبقات من الصخر النارى بين طبقات الصخور الأخرى وهى نتيجة تدخل مواد مصهورة فى طبقات من صخور راسبة غير متماسكة. فقد تجد المادة المصهورة أن تدخلها بين الطبقات أسهل من صعودها إلى أعلى فتندفع بين الطبقات كما فى (الشكل رقم ٣٠)

(شكل ٣٠)
قطاع يوضح تدخل سد افقى بين طبقات راسبة

وهذه السدود الأفقية تختلف فى سمكها وامتدادها كما أنها تحدث تحوّلا فى الصخور الملاصقة لها من أعلى وأسفل كما فى السدود الأخرى .

(اللوحة ١)

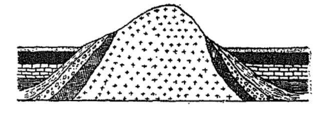


(ا) سد من الدولوريت الاسود يقطع طبقات من الصخور الجيرية البيضاء — بشبه جزيرة سينا



(ب) « رقبة النعام » — سد من الدولوريت ممتد فى سهل من الصخور الطباشيرية بصحراء التيه
بشبه جزيرة سينا

الـكتل (Laccoliths, Bathyliths & Stocks.) وهى كتل كبرى من الصخور النارية قد تبلغ حجما كبيراً فتكوّن سلاسل من الجبال تبلغ ارتفاعا عظيما وامتدادا أعظم وقد تكون كتلا محلية صغرى . وهى نتيجة تدخل مواد مصهورة فى نقط محصورة من القشرة الأرضية . وقد تحدث فى تدخلها هذا تضريساً فى الصخور التى تعلوها فتقوسها بقوة اندفاعها من أسفل حتى تصير قبواً كما فى (الشكل رقم ٣١) .



(شكل ٣١)
كتلة من الصخور النارية متدخلة فى طبقات راسبة

وقد تـكون الصخور النارية نواة لسلسلة كبرى من الجبال كما هو الحال فى معظم سلاسل الجبال الـكبرى كالألب والهملايا والبرانس . وهذا النوع الأخير تحيط به عادة هالة كبرى من الصخور المتحولة نتيجة الحرارة التى تصاعدت من هذه المواد المصهورة وكذلك الضغط الناشىء عن الحركة الأرضية التى أدت الى تدخلها . هذه الـكتل العظيمة تتصلب عادة فى جوف الأرض على عمق كبير وهى مع ذلك تظهر على السطح بحـكم نشاط العوامل الطبيعية المعروفة بعوامل التعرية التى تنشط نشاطاً محسوساً فى الأجزاء البارزة من سطح الأرض .

الصخور النارية السطحية — توجد هذه الصخور على الحالات الآتية :—

الطفوح البركانية (Volcanic Lava) وهى صخور نارية فى طبقات غير منتظمة تنتشر حول فوهة بركان أو على جانبى شق فى القشرة الأرضية. وهى نتيجة تصلب مواد مصهورة خرجت الى السطح على شكل حمم بركانى أو تدفقت من شقوق مستطيلة فى الأرض .

وترى سطوح هذه الطفوح عادة غير منتظمة تـكتنفها تعاريج نتيجة انصباب

هذه المواد المصهورة اللزجة كما أن فى سطحها ثقوب نتيجة انفجار الغازات المحبوسة فى المواد المصهورة •

الرماد البركانى (Volcanic Ash.) هى صخور مكوّنة من ذرات دقيقة قد توجد متفككة أو متماسكة موزعة قرب مناطق بركانية أو بعيدة عنها وفى هذه الحالة الاخيرة تكون قد حملتها الرياح أو المياه الجارية من مصادرها الاصلية الى أماكنها الحالية.

هذه الصخور هى نتيجة تفتت المواد المصهورة المنبعثة من أفواه البراكين بالانفجارات الناشئة من خروج الغازات المحبوسة فيها . وقد تكون هذه المواد خليطاً من ذرات رفيعة وقطع كبيرة وفى هذه الحالة يسمى الصخر بريش بركانى (Volcanic Breccia) .

تقسيم الصخور النارية الى فصائل وانواع

يُعتمد فى تقسيم الصخور النارية الى فصائل مختلفة على أساسين : —

(أولا) التركيب الكيميائى وما يتبع ذلك من التركيب المعدنى للصخر .

(ثانياً) الحالة التى تصلبت فيها الصخور من المادة المصهورة .

التركيب الكيميائى والمعدنى

قدمنا عند التكلم فى المعادن أن المعروفة منها فى الطبيعة تفوق ٨٠٠ معدن الا أن قليلا منها فقط يدخل فى تركيب الصخور • فاذا اعتبرنا الصخور النارية فقط وجدنا أن معظمها مكون من معادن تركيبها الكيميائى السليكات أعنى معادن مكونة من ثانى أوكسيد السليكون مع أكاسيد أخرى فلزية وغير فلزية • ولذلك اتخذت نسبة ثانى أوكسيد السليكون فى الصخور قاعدة لتقسيمها الى فصائل عامة . فالصخور التى بها نسبة هذا الاوكسيد مرتفعة أى أكثر من ٦٠٪ تسمى حمضية

لأن اوكسيد السليكون هو فى اعتبار الـكيميائيين من الا كاسيد الحمضية . وأما الصخور الفقيرة فى ثانى اوكسيد السليكون فتكون نسبة أ كاسيد الحديد والمنجنيز بها كبيرة وهذه تسمى قاعدية لأن هـذه الا كاسيد الفلزية عنـد الـكيميائيين تسمى أ كاسيد قاعدية .

فاعتمادا على هذا الأساس قسمت الصخور النارية الى : —

صخور حمضية: (Acid Rocks) نسبـة ثانى أوكسيـد السليكون بها أ كثر من ٦٦ ٪ .

صخور متوسطة: (Intermediate Rocks) نسبة ثانى أوكسيد السليكون بها بين ٦٦ ٪ و ٥٢ ٪

صخور قاعدية: (Basic Rocks) نسبة ثانى أوكسيـد السليكون بهـا أقل من ٥٢ ٪

وهناك فصيلة صغيرة سميت صخورا فوق القاعدية (Ultra-Basic Rocks) وهذه تقل نسبة ثانى أوكسيد السليكون بها عن ٤٠ ٪

ورغماً من أن التركيب الـكيميـائى للصخور هو عادة كثير التعقيـد فان التركيب المعدنى أقل تعقيدا لقلة عدد المعادن التى تدخل فى تركيب الصخر الواحد. وان كان الصخر يتركب من عدة معادن فان عددا قليلا منها فقط يعتبر أساسيا فيه والمعادن الأخرى ثانوية حيث توجد بكميات قليلة .

أما المعادن الأساسية فى تركيب الصخور النارية فهى : —

الـكوارتز — الفلسپار — الميكا — الهورنبلند — الأوجيت — الأوليفين .

فأغلب الصخور تتركب من معدنين أو أ كثر من هـذه المعادن مثال ذلك

الجرانيت مركب من الكوارتز والفلسپار والميكا كمعادن أصلية مع معادن أخرى بكميات قليلة وهذه تختلف بين نوع وآخر من أنواع الجرانيت .

هذه المعادن الأساسية الستة تنقسم قسمين : —

(١) قسم باهت اللون خفيف الوزن وهو الكوارتز والفلسپار .

(٢) قسم قاتم اللون ثقيل الوزن وهو الميكا والهورنبلند والأوجيت والأوليڤين.

فالصخور الحمضية تحتوى على نسبة أكبر من النوع الأول فهى باهتة اللون خفيفة الوزن نسبيا .

والصخور القاعدية تحتوى على نسبة أكبر من النوع الثانى فهى قاتمة اللون ثقيلة الوزن .

الحالة التى تكونت عليها الصخور النارية

قدمنا أن الصخور النارية تتجمد من مواد مصهورة إما على سطح الأرض أو فى داخلها على أعماق قليلة أو كبيرة. ولكل نوع من هذه الأنواع صفات يتميز بها عن النوعين الآخرين. ويمكن لذلك تقسيم كل من الصخور الحمضية والقاعدية على هذا الاعتبار الأخير ثلاثة أقسام : —

(١) **الصخور الجوفية** (Plutonic Rocks) وهى التى تصلبت على أعماق كبيرة فى جوف الأرض تحت عوامل من الضغط والحرارة جعلت التبريد بطيئا وبذلك تمكنت المعادن المكونة لها من التبلور تبلوراً ظاهراً ومن أمثلة هذه الصخور الجرانيت والديوريت .

(٢) **الصخور المتدخلة** (Intrusive Hypabyssal Rocks) وهى التى تدخلت فى صخور القشرة الأرضية وتصلبت قريباً من السطح كالسدود والعروق.

وهذه تصلبت من المواد المصهورة تحت عوامل أدت الى تبلور المعادن المكونة لها ولكن لدرجة أقل من الأولى ومن أمثلة هذه الصخور الفلسيت والدولوريت .

(٣) **الصخور البركانية** (Volcanic Rocks) — وهى التى تصلبت على السطح قرب فوهات البراكين أو الشقوق التى أنبعثت منها المواد المصهورة الى السطح. وهذه تجمدها سريع فقد تتمكن المعادن المكونة لها من التبلور تبلورا غير ظاهر وقد لاتتبلور ولكنها تتصلب على شكل زجاج ومن أمثلتها البازلت .

هذا التقسيم كما قدمنا تقسيم اصطلاحي ولكنه على كل حال يمكّننا من وضع جميع الصخور النارية فى أقسام وأنواع تسهل دراستها .

فبضم هذين الأساسين يمكننا تقسيم جميع الصخور النارية على حسب الجدول الآتى : —

الفصيلة	نسبة ثانى أوكسيد السليكون	الثقل النوعى	المعادن الاساسية	صخور جوفية	صخور متدخلة	صخور بركانية
الصخور الحمضية	أكبر من ٪٦٦	٢٫٦٥	كوارتز أرثوكلاز ميكا	جرانيت Granite	فلسيت Felsite	ريوليت Rhyolite
الصخور المتوسطة	٪٦٦ الى ٪٥٢	٢٫٨٠	أرثوكلاز أو بلاجيوكلاز هورنبلند	سيانيت Syenite ديوريت Diorite	بورفير Porphyry بورفيريت Porphyrite	تراكيت Trachyte اندسيت Andesite
الصخور القاعدية	أقل من ٪٥٢	٢٫٩٠	بلاجيوكلاز أوجيت أوليفين	جابرو Gabbro	دولوريت Dolerite	بازلت Basalt
الصخور فوق القاعدية	٪٤٠	٣٫٣٠	أوجيت أوليفين	بريدوتيت Peridotite		لمبرجيت Limburgite

الجرانيت (Granite)

صخر نارى جوفى مكون من الكوارتز والأرثوكلاز والميكا وفى بعض الأنواع يوجد الهورنبلند بدل الميكا أو معها . وقد يحتوى معادن أخرى غير أساسية بكميات قليلة وتختلف من نوع لآخر .

وهو ظاهر التبلور ولو أن بلورات المعادن يتدخل بعضها فى بعض بحيث لا تبلغ احداها شكلها الخارجى التام . وهذه البلورات قد تكون كبيرة الحجم فيقال جرانيت خشن (Coarse granite) (اللوحة الثانية شكل ا) . وقد تكون صغيرة الحجم فيقال جرانيت دقيق (Fine-grained granite) (اللوحة الثانية شكل ب).

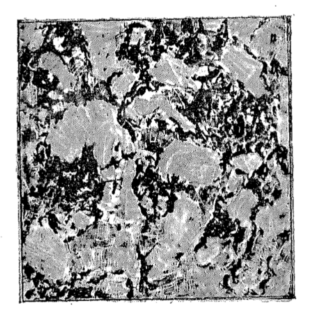
لونه على العموم باهت ويختلف باختلاف لون الفلسپار المكوّن له فاذا كان وردى اللون أعطى الصخر فى مجموعه لونا أحمر واذا كان أبيض اللون كان الصخر فى مجموعه رمادى اللون من اختلاط الميكا السوداء والفلسپار الأبيض .

والجرانيت من أكثر الصخور شيوعا فى الأرض فمنه يتكون أساس القارات جميعاً وهو يوجد دائما كنواة لسلاسل الجبال العظمى .

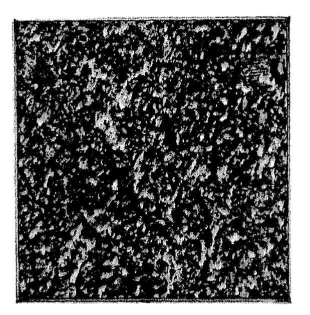
وهو منتشر فى الصحارى المصرية انتشارا عظيما فمنه تتكون معظم سلسلة الجبال التى تفصل البحر الأحمر من وادى النيل ومنها جبال غارب والشايب وأبو حربه الخ . كذلك جبال شبه جزيرة سينا الجنوبية ومنها سربال وأم شومر والعربة . ويغطى مناطق واسعة من سهول الصحراء الشرقية الجنوبية حيث قد تفتت من جراء عوامل الطبيعة كالأمطار والرياح . ويظهر الجرانيت على السطح فى الجزء الجنوبى من الصحراء الغربية وفى جبال العوينات واركنو .

وبتفتت الجرانيت تنفصل المعادن المكونة له الى ذرات . فأما الميكا والفلسپار فقد تتحول معظمها الى أتربة ومواد طينية وأما الكوارتز فتستدير حبيباته فتتكون منها الرمال التى تذروها الرياح فتغطى معظم سطوح الصحراء . ومن أهم أنواع

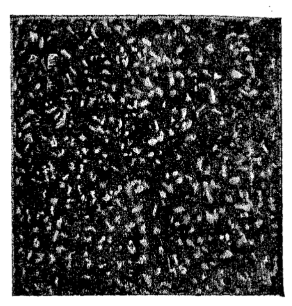
(اللوحة ٢)



(ا) جرانيت اسوانى خشن



(ب) جرانيت اسوانى دقيق التبلور



(ج) الحجر السماق الامبراطورى (Imperial Porphyry)

الجرانيت فى مصر النوع المعروف بأسوان حيث يكوّن الشلالات التى تعترض مجرى نهر النيل قرب هذه المدينة كما فى اللوحة الحادية عشرة رقم ١ . وهو لصلابته وحسن قابليته للانصقال قد استعمل منذ القدم كحجر من أهم أحجار الزخرف . فبنى منه قدماء المصريين كثيراً من معابدهم وهياكلهم وصنعت منه المسلات المصرية الشهيرة وبعض التماثيل .

وقد استعمل فى العصور الأخيرة لبناء خزان أسوان ويستعمل الآن كأساس لقناطر نجع حمادى كما أنه استعمل فى صناعة تمثال نهضة مصر المقام فى ميدان المحطة بالقاهرة . وتستعمل الأنواع الدقيقة الحبيبات منه لرصف بعض الطرق فى الاسكندرية لمتانته . ولولا بعد المسافة ونفقات النقل الباهظة لكان استعمال هذا الحجر فى القطر المصرى أكثر مما هو الآن .

الفلسيت (Felsite)

هو الاسم الذى يطلق على سدود من الصخور النارية تتفق فى تركيبها الكيميائى والمعدنى مع الجرانيت أى أنها تصلبت من مواد مصهورة تشابه تماما المواد التى منها تصلب الجرانيت الا أنها تصلبت بعد تدخلها فى طبقات قريبة من سطح الأرض .

وهى وأن كانت متبلورة فان تبلورها عادة لا يظهر الا تحت المجهر (الميكروسكوب أو النظارة المعظمة) . وهناك أنواع ترى فيها بلورات تامة التكوين من الكوارتز أو الفلسبار أو هما معاً منتشرة فى أرضية دقيقة التبلور وهذا التركيب يسمى تركيب پورفيرى (Porphyritic) ويرجع الى أن تبلور بعض المعادن قد بدأ قبل تبريد المعادن كلها فهذه وصلت الى درجة تامة من النمو قبل تصلب باقى المادة .

وتكثر هذه السدود عادة حول المناطق الجرانيتية وقد تمتاز بصلابتها عن باقى الصخور فتكون سبباً فى بروز بعض التلال المستطيلة لمقاومتها لعوامل الطبيعة .

وتوجد سدود الفلسيت بكثرة فى الصحراء الشرقية وفى شبه جزيرة سينا حيث تكوّن قمم بعض الجبال الشاهقة كجبل موسى مثلا .

الريوليت (Rhyolite)

هو صخر بركانى يوافق فى تركيبه الجرانيت والفلسيت وهو عادة زجاجى أو متبلور تبلوراً لايرى الا بالمجهر وقد توجد فيه بلورات پورفيرية كما قدمنا .

ولا يوجد الريوليت بكثرة فى القطر المصرى وهذا شأن باقى الصخور البركانية وذلك أما لأن تاريخ القطر المصرى الجيولوجى خال من التفاعلات البركانية وأما لأن هذه الصخور عادة تعلو كل الصخور الاخرى ولذلك كانت هى أول ما تأثر بعوامل التعرية فانقشعت وضاعت معالمها .

الزجاج الطبيعى (Obsidian)

هذا صخر يشبه الزجاج فى جميع خواصه من حيث شكله وتركيبه وهو من الوجهة الكيميائية يشبه الجرانيت كثيراً على أنه لا بد من أنه قد تصلب تصلباً فجائياً من المادة المصهورة فلم تتمكن أى معادنه من بلوغ حالة التبلور فتصلبت على شكل زجاج .

ومن هذا النوع أيضاً حجر الخفاف (Pumice) المستعمل للحك فى بعض الصناعات .

السيانيت (Syenite)

أو الحجر الأسوانى نسبة الى أسوان التى كانت معروفة لليونان باسم سينا (.Syena) حيث كشف هذا النوع من الصخور لاول مرة .

وهو صخر يشبه الجرانيت فى كثير من خواصه الا أن مقدار الكوارتز فيه اما قليل أو معدوم مع وجود الهورنبلند بكثرة .

وهو مكون من الأرثوكلاز والهورنبلند كمعادن أساسية عدا معادن أخرى أقل أهمية .

والسيانيت قليل الوجود بالقطر المصرى ويوجد فى شبه جزيرة سينا .

البورفير (Porphyry)

يطلق هذا الاسم على السدود التى تتفق فى تركيبها مع السيانيت وتظهر بها عادة بلورات كاملة التكوين من الأرثوكلاز موزعة فى أرضية دقيقة التبلور من الأرثوكلاز والهورنبلند .

ويوجد فى الصحراء الشرقية وفى شبه جزيرة سينا بعض السدود من هذا النوع .

التراكيت (Trachyte)

هو الصخر البركانى الذى يتفق فى تركيبه المعدنى مع السيانيت والبورفير وهو كباقى الصخور البركانية قليل الوجود بالصحارى المصرية .

الديوريت (Diorite)

صخر يشبه الجرانيت من حيث كونه أحد الصخور الجوفية. فهو يوجد فى كتل كبيرة قد تكوّن جبالا عظيمة. وهو كذلك ظاهر التبلور ولو أن بلوراته كشأن باقى الصخور الجوفية متداخل بعضها فى بعض بحيث لاتبلغ أيها الشكل الخارجى المنتظم.

ويختلف عن الجرانيت فى تركيبه الكيميائى والمعدنى فنسبة ثانى أوكسيد السليكون لاتزيد فيه عادة عن ٥٥ ٪ وهو لذلك خال من الكوارتز إلا فى قليل من الأنواع .

يتركب الديوريت من البلاجيوكلاز والهورنبلند كمعادن أساسية مع معادن أخرى أقل أهمية .

ولخلوه من الكوارتز ولكثرة الهورنبلند والمعادن المشابهة الأخرى فالصخر عادة أسمر اللون وثقله النوعى أكبر من الجرانيت .

ويوجد الديوريت بكثرة فى الصحارى المصرية خصوصاً الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية حيث تتكون منه بعض الجبال العاليــة وكذلك أغلب مناطق الذهب فيهـا . فان عروق المرو (الكوارتز) الحاملة للذهب إما قاطعة صخر الديوريت نفسه أو الصخور المتحولة المحيطة به .

البورفيريت (Porphyrite)

يشبه البورفير السابق وصفه اذ يكون سدوداً من صخور سمراء اللون قد تظهر بها بلورات من البلاجيوكلاز تامة التكوين الا أنه يختلف عن البورفير من حيث تركيبه الكيميائى والمعدنى الذى يوافق تركيب الديوريت . وكثير من السدود فى الصحراء الشرقية الجنوبية تابع لهذا النوع.

الأنديسيت (Andesite)

هو الصخر البركانى الذى يتفق فى التركيب المعدنى والكيميائى مع الديوريت والبورفيريت ولكنه يختلف عنهما فى طريقة تكوينه وفى تبلوره نتيجة كونه صخرا سطحيا.

وهناك من بين الصخور المصرية الهامة الصخر المعروف بالحجر السماقى الامبراطورى (Imperial Porphyry) وهو صخر استعمله قدماء المصريين وخصوصاً الرومان كحجر من أهم أحجار الزخرفة وصنعوا معابد وهيا كل وعمداناً ترى منها أمثلة كثيرة فى المتحف المصرى . وهو أرجوانى اللون تكتنفه بلورات بيضاء . ينصقل فيأخذ شكلا جميلا (أنظر اللوحة الثانية شكل جـ) هذا الصخر يوجد بكثرة فى جبل الدخان أحد الجبال العليا المكونة لسلسلة الجبال القريبة من شاطىء البحر الأحمر فتفصل حوض ذلك البحر عن حوض النيل .

وهــو يعتبر نوعاً من الأنديسيت مكوّن من أرضية أرجوانية وأحيانا خضراء من البلاجيوكلاز والهورنبلند غير ظاهرة التبلور وأحيانا زجاجية منتشر فيها بلورات بيضاء من البلاجيوكلاز .

الجابرو (Gabbro)

هو صخر جوفى قاعدى أى أنه يشبه الجرانيت والديوريت فى طريقة تكوينه وفي أنه ظاهر التبلور وفى كيفية وجوده فى كتل عظيمة على أنه يختلف عنهما فى كونه كـكل الصخور القاعدية فقير فى نسبة ثانى أوكسيد السلـكيون التى لا تزيد على ٥٠ ٪ فلا يوجد فيه معدن الـكوارتز مطلقاً كذلك تكثر فيه نسبة المعادن التى يدخل فى تركيبها الحديد والمجنيزيوم وهذه تعطيه لونا أسمر مائلا للسواد وتجعل ثقله النوعى مرتفعاً .

فالجابرو اذن صخر ثقيل الوزن قاتم اللون مكون من البلاجيوكلاز والاوجيت وأحيانا من الاوليفين كمعادن أساسية فيه عدا معادن أخرى غير أساسية يكثر من بينها أكاسيد الحديد .

ويوجد الجابرو فى الصحراء الشرقية الجنوبية عادة كنواة للجبال الديوريتية .

الدولوريت (Dolerite)

صخر يوجد فى سدود وعروق يتفق فى تركيبه المعدنى والـكيميائى مع الجابرو وهو أسود قاتم ووزنه ثقيل ويتكون من معدنى البلاجيوكلاز والأوجيت وأحيانا من الأوليڤين فى بلورات صغيرة مجهرية منتشر بينها ذرات صغيرة من أوكسيد الحديد . وقد توجد فيه احياناً بلورات من الأوليڤين أو الأوجيت كاملة التبلور .

يوجد الدولوريت فى القطر المصرى منتشرا فى جميع أنحائه . ولا يقتصر كباقى الصخور النارية على المناطق التى بها الصخور النارية بل يتعداها أحيانا الى المناطق المكونة من الصخور الراسبة. فترى سدود الدولوريت تخترق جميع الصخور النارية وتمتد أيضا فى سدود مستطيلة وأحيانا سدود أفقية تتخلل طبقات الصخور الراسبة كما فى الصورتين باللوحة الأولى . ذلك لأنه ثبت من المشاهــدات الجيولوجية أن القطر المصرى وصحاريه فى عصر متأخر من العصور الجيولوجية كان عرضة لتفاعلات بركانية نتج عنهــا أن صعدت مواد نارية قاعدية فتخللت الشقوق فى كثير من الصخور المـكونة للقشرة الأرضية فى هذا القطر . وقد بلغت هذه المواد الى السطح

حيث تصلبت فى صخر البازلت المعروف • وترى أمثلة هذا الصخر على طريق السويس وفى التلال غرب الفيوم وفى أواسط شبه جزيرة سينا وشمالها وفى الصحراء بين النيل وخليج السويس •

وحيثما ترى هذه السدود مخترقة الأحجار الجيرية الراسبة تظهر فى هذه الأخيرة علامات تدل على تأثرها بالحرارة الناتجة من تدخل المادة المصهورة بها فترى الأحجار الجيرية البيضاء قد تغير لونها الى السواد وتصلبت كثيرا عن حالتها الأولى •

البازلت (Basalt)

صخر أسود يشبه الدولوريت فى كثير من خواصه الا أنه أحيانا تتخلله ثقوب نتيجة تصلبه على السطح وخروج الغازات المحبوسة فى المادة المصهورة الأصلية منها • وهو صخر شديد التماسك مكون من بلورات مجهرية مندمج بعضها فى بعض تتخللها مواد زجاجية والمعادن المكونة له هى البلاجيوكلاز والأوجيت والأوليفين .

وقد ترى طبقات البازلت مقسمة الى أعمدة سداسية نتيجة تبريده وانكماشه • (أنظر الشكل رقم ٣٢ والصورة رقم ب باللوحة الثالثة) .

(شكل ٣٢)
يبين تقسيم صخر البازلت بواسطة الفواصل الى أعمدة سداسية

و يوجد البازلت فى نقط عديدة بالصحارى المصرية وفى منطقة أبى زعبل حيث يستغل على نطاق واسع لاستعماله لرصف الشوارع فى القاهرة والاسكندرية وأغلب مدن القطر المصرى الكبرى . وذلك لأنه الحجر المصرى الوحيد الذى يصلح لهذا العمل لمتانته ولسهولة الحصول عليه •

الصخور فوق القاعدية: (Ultra-Basic Rocks)

يطلق هذا الاسم على مجموعة من الصخور تمتاز بفقرها فى ثانى أوكسيد السلكيون الذى يقل عادة عن ٤٠ ٪ فهى اذن خالية من معدنى الكوارتز والفلسپار والمعادن البيضاء الاخرى وتتكون غالبها من معدنين أو أكثر من المعادن التى يدخل فى تركيبها الحديد والمجنيزيوم كالأوجيت والهورنبلند والأوليفين .

هذه الصخور سوداء ثقيلة الوزن . وهى وان كانت غير منتشرة عادة الا أن أهميتها ترجع لاحتوائها غالباً على عروق معدنية فلزية كالحديد والكروميت والپلاتين .

وتوجد بالقطر المصرى من هـذه الصخور البيريدوتيت (Peridotite) وهو مركب من الأوليفين وبعض المعادن الأخرى . وفى جزيرة الزبرجد يحتوى هذا الصخر فى عروق وجيوب على بلورات الزبرجد المستعملة فى الصياغة . وفى الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية توجد هذه الصخور وبها عروق الحديد والكروميت على أنه لم تعرف بعد قيمتها الاقتصادية .

توزيع الصخور النارية فى القطر المصرى

اذا القينا نظرة عامة على الخريطة الجيولوجية للقطر المصرى المرفقة بهـذا الكتاب نرى أن هناك منطقة من الصخور النارية والمتحولة ملونة باللون الأحمر يمتد من الجزء الجنوبى للصحراء الغربية الى وادى النيل قرب أسوان ثم تغطى الجزء الجنوبى للصحراء الشرقية ومنها تمتد شمالا فى منطقة جبلية تضيق تدريجياً حتى تنتهى فى نقطة قبلى جبل الجلالة القبليةعند خط عرض ٤٠َ ٢٨° كذلك فى شبه جزيرة سينا تكون المثلث الجنوبى لتلك البلاد .

ففى الصحراء الغربية (صحراء ليبيا) تظهر على السطح صخور جرانيتية فى الجبال العالية المطلة على واحتى العوينات وأركنو ومن ثم تمتد هذه الصخور فى جبال قليلة الارتفاع تغطى بعضها صخور رملية الى نقطة جنوبى الواحات الخارجة .

وفى وادى النيل تظهر هذهالصخور تحتطبقات الصخور الرملية قرب أسوان حيث صخور الجرانيت والسيانيت والديوريت تعترض مجرى نهر النيل فتسبب الشلالات المعروفة . (أنظر الصورة رقم ١ باللوحة الحادية عشرة) .

وفى الصحراء الشرقية تكوّن هذه الصخور الجزء الأكبر من سطح الأرض فى النصف الجنوبى ممتـدة من شواطىء البحر الأحمر الى قرب مجرى النيـل . وهذه المنطقـة تحتوى صخوراً متباينـة بعضها نارى و بعضها متحوّل ومن بينها الجرانيت المكون لجبل العلبه والديوريت المكونلبعضالقمم الكبرى الأخرى. تكتنف هذه مناطق من الصخور المتحولة وتقطع الجميعسدود من صخور البورفير

والپورفيريت والفلسيت . وفى هذه المنطقة ترى عروق المرو التى تمتد الى مسافات بعيدة و بعضها يحمل معدن الذهب الذى كان موضع اهتمام قدماء المصريين ففتحوا فيه من المناجم مابقى أثرها حتى الآن وقد استؤنف استغلال بعضها فى السنين الأخيرة .

هذه المنطقة من الصخور النارية والمتحولة تمتد شمالا فى نطاق يتراوح عرضه بين ٥٠ و ٧٠ كيلو متراً ممتداً بمحاذاة شاطىء البحر الأحمر حتى شمال القصير حيث تبدأ سلسلة الجبال الجرانيتية الكبرى التى يتجاوز ارتفاع بعض قممها ٢٠٠٠ متر عن سطح البحر ومنها الشايب وأبو حربة ودارا وغارب . وضمن هذه السلسلة الكبرى جبال الدخان حيث حجر السماق الامبراطورى السابق ذكره .

وهنالك عدا هذه السلسلة الكبرى سلاسل جبال العش والزيتية الموازية للأول ولكنها أصغر حجما وأقل ارتفاعا وهى أيضا مكونة من صخور جرانيتية وصخور متحولة .

كذلك تظهر الصخور النارية فى بعض جزائر البحر الأحمر كجزيرة الزبرجد وجزيرة شدوان .

وفى شبه جزيرة سينا يتكون المثلث الجنوبى منها من سلاسل جبال عظيمة يتجاوز ارتفاع بعضها عن سطح البحر ٢٦٠٠ متراً وكلها من صخور جرانيتية و بعضها ديوريتية كما أن القمم العليا لبعضها مكونة من سدود من الفلسيت أمتن وأكثر مقاومة للعوامل الجوية من باقى الصخور . وهذا هو الحال فى جبل موسى وجبل كاترينا .

وعدا ماتقدم كله توجد فى باقى مناطق القطر سدود وعروق من الدولوريت و بعض طفوح من البازلت تخترق الصخور الراسبة كما فى أبى زعبل وقرب أهرام الجيزة وعلى طريق السويس وفى جبال الجلالة وقرب الواحات البحرية وفى شبه جزيرة سينا .

الصخور الراسبة

تطلق لفظة راسب (sediment) عادة على أى مادة صلبة كانت فى الاصل معلقة فى سائل ثم تراكمت على قاع الاناء الذى يحتويه. على أن استعمالها الجيولوجى هو أوسع نطاقاً من ذلك فالرمال التى تحملها الرياح اذا تراكمت على سطح الارض هى رواسب والاملاح التى تتركها المياه بعد بخرها هى رواسب والمواد التى تفرزها الحيوانات والنباتات اذا تراكم بعضها على بعض هى أيضاً رواسب.

وعلى هذا الاعتبار يمكن تقسيم الرواسب إلى ثلاثة أنواع : —

(١) **رواسب طبعية** — نتيجة تراكم مواد مفتتة من صخور سابقة.

(٢) **رواسب كيميائية** — نتيجة تراكم مواد تخلفت بعد بخر المحاليل التى كانت تحتويها.

(٣) **رواسب عضوية** — نتيجة تراكم مواد خلقتها الحيوانات أو النباتات

وكما أن الرواسب من كل نوع من الانواع الثلاثة المذكورة يختلف بعضها عن بعض اختلافاً بيناً من حيث تركيبها الكيميائى فان بعضها يتميز عن البعض الآخر على حسب الاحوال التى تحكمت فى تكوينها.

فاذا اعتبرنا الظروف المحيطة بالرسوب وقت حدوثه يمكننا تقسيم الرواسب الطبعية قسمين : —

رواسب بحرية (Marine) هى التى رسبت على قاع البحار والمحيطات.

رواسب قارية (Continental) هى التى رسبت على الارض أو فى البحيرات أو الانهار.

ولكل من هذين النوعين صفات تميزه عن الآخر.

الرواسب البحرية هى أهم الرواسب جميعاً وأكثرها شيوعاً فى سطح

الارض إذ أن البحار والمحيطات كما قدمنا تغطى ثلاثة أرباع سطح الكرة الارضية فالرواسب فيها أعم وأهم منها فى أى وسط آخر .

وتنقسم رواسب البحار فيما بينها على حسب العمق الذى تكونت فيه وحسب بعدها عن الشواطىء إلى الأقسام الآتية :

(١) **رواسب شاطئية** — وهى التى تتكون على الشواطىء أى بين منسوبى المد والجزر وهو الجزء من البحر الواقع تحت تأثير الأمواج الشديدة والتيارات البحرية . وهذه الرواسب عادة من الجلاميد (Boulders) والحصى (Pebbles) والرمل الخشن (Coarse-sand) .

هذه الرواسب تختلف باختلاف المواد المكونة للشاطىء نفسه وهى عادة غير منتظمة فى أوضاعها اذ أن المواد المكونة لها عرضة للحركة المستمرة من جراء تلاطم الأمواج ومن تأثير التيارات البحرية فيها . فهى لاتكون فى طبقات منتظمة متتالية شأن أغلب الرواسب الأخرى بل تكون فى أكوام مختلطة بعضها ببعض بغير نظام . وهى فى أغلب الأحيان متفككة . كذلك لايمكن اعتبار هذه المنطقة الشاطئية صالحة لحياة النبات أو الحيوان فلا ينتظر أن تجد بين الرواسب الشاطئية أثراً للحيوان أو النبات الا ما تقذف به الأمواج من المحارات التى تتبع منطقة أخرى أكثر عمقاً من الشواطىء .

(٢) **رواسب مياه غير عميقة** — وهى مايرسب على قاع البحر دون الشاطىء فى مياه لايزيد عمقها عن ١٠٠ قامة (١٨٠ مترا تقريباً) وهى عادة من الرمل الدقيق الحبيبات حملته الانهار الى البحار فتولت التيارات البحرية توزيعها على القاع . وهذه المنطقة من قاع البحر يصل اليها ضوء الشمس فيسمح ذلك بنمو النباتات البحرية وهذه تجتذب اليها أنواعاً مختلفة من الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى . فهى اذن منطقة آهلة بالاحياء البحرية نباتية وحيوانية ورواسبها اذن تحتوى مقداراً عظيما من بقاياها .

(٣) **رواسب مياه عميقة** — وهى مايرسب فى مياه يتروح عمقها بين ١٠٠ و ١٥٠٠ قامة (١٨٠ الى ٢٧٠٠ متراً تقريباً) وهى غالباً من مواد طينية حملتها الانهار الى البحار الا أن دقة حبيباتها وخفتها أدتا بها الى أن تبقى معلقة فى الماء فلا ترسب الى القاع الا وقد وصلت الى أقصى ما يمكن أن تصل اليه من الشاطىء .

هذه المنطقة لعمقها لايتسرب اليها من ضوء الشمس الا بصيص فلا تعيش فيها النباتات البحرية كما أن الاسماك والحيوانات البحرية الأخرى التى تعيش فيها هى من النوع الذى يعيش على لحوم الأسماك الاخرى . فرواسب هذه المنطقة وان وجدت بها بقايا حيوانية الا أنها من نوع خاص وليست على كل حال بكثرة المنطقة السابقه .

(٤) **رواسب اعماق المحيطات** — وهى مايرسب على أعماق المحيطات فيما يزيد على ١٥٠٠ قامة وهو الجزء الأكبر من قيعان المحيطات. وهى رواسب طينية من نوع خاص (Ooze) غاية فى دقة حبيباتها التى هى فى الغالب عبارة عن خلايا حيوانية مجهرية. هذه المنطقة البعيدة جداً عن الشواطىء لاتصلها أى مواد من الأرض كما أن أعماقها لاينفذ اليها ضوء الشمس فلا تعيش فيها الا بعض أنواع الحيوانات البحرية التى لاتبصر. وتتركب رواسبها من أجسام حيوانات دنيئة جداً مكونة من خلايا مجهرية بسيطة تعيش قرب سطح الماء فتسقط الى القاع بعد موتها. وقد توجد بها أحيانا عظام بعض الحيوانات البحرية العظيمة كالحيتان.

وهناك غير ما تقدم بعض رواسب بحرية خاصة لاترسب الا بتوافر أحوال خاصة أهمها الرواسب الجيرية وهى التى تتكون على أعماق بحار رائقة المياه لاتدخلها أنهار تعكر ماءها بما تحمله من رمل وطين. فى هذا النوع من البحار تتكاثر أنواع من الحيوان والنبات تسكن محارات جيريه صغيرة وهذه تتراكم بعد موتها على القاع فتتكون منها الرواسب الجيرية التى تتحول فيما بعد الى الصخور الجيرية كما سيأتى.

الرواسب القارية — وهى الرواسب التى تتكون فى القارات وهى اما :ـ

(١) **رواسب هوائية** — أى التى تتكون بفعل الرياح التى تحمل الرمال والأتربة عند شدة هبوبها حتى اذا ضعفت قوتها ألقت بحملها فى كثائب (Dunes) أو فى أكوام عند أقدام الجبال.

(٢) **رواسب نهرية** — أى التى ترسب اما فى مجرى النهر أو على جانبيه من جراء فيضاناته المتتابعة أو فى الدالات والمصبات. وهذه الرواسب إما حصى أو رمال واما رواسب طينية هى التى تتكون منها التربة الزراعية.

(٣) **رواسب البحيرات** — وهذه الرواسب تختلف باختلاف البحيرات عذبة أو مالحة، ففى الحالة الأولى تتكون الرواسب شبيهة بالنهرية أو البحرية الشاطئية وفى الحالة الثانية تغلب الرواسب الكيميائية أى الأملاح المتخلفة بعد بخر المياه.

(٤) **رواسب الثلاجات** — والثلاجات هى أنهار من الثلج تسيل ببطء فى وديان كوديان الأنهار وتحمل فى جوفها وعلى سطحها من المواد الطينية والرملية

والحصى والجلاميد مايهبط اليها من جوانب الوديان التى تسيل فيها ، فاذا مابلغت المنسوب الذى فيه يتحول الثلج الى ماء فانها تلقى بما تحمله من المواد فى أكوام غير منتظمة لها من الصفات ما يميزها عن باقى أنواع الرواسب .

الرواسب الكيميائية — هـذه كما قدمنا نتيجة بخر مياه مذاب فيها أملاح مختلفة ويغلب هذا النوع من الرواسب فى المناطق الصحراوية الحارة حيث تتعرض مياه البحيرات الى درجة كبيرة من البخر لايعوض ماتفقده ماينزل اليها أحياناً من مياه الأمطار القليلة . وهـذه يغلب فيها أن تكون أملاحا كملح الطعام أو الأملاح القلوية أو الجبس ومن خير أمثلتها رواسب وادى النطرون ورواسب البحر الميت بفلسطين .

الرواسب العضوية — هذه كما قدمنا نتيجة تراكم مواد خلقتها النباتات أو الحيوانات . وهى اما حيوانية أو نباتية وتتراكم اما فى مياه عذبة أو مالحة فى القارات أو البحار .

فأغلب النباتات والحيوانات مكون من مواد صلبة وأخرى رخوة فاذا ماتت تعرضت المواد الرخوة للتحلل والفناء بينما المواد الصلبة اذا تراكمت تحت عوامل مناسبة تبقى كرواسب قد تتحول فيما بعد الى صخور . فالمواد النباتية التى تحولت الى الفحم الحجرى والمحارات البحرية التى تكونت منها بعض الصخور الجيرية هى من هذا النوع .

تماسك الرواسب وتحولها الى الصخور الراسبة

ان ما قدمنا من ملاحظات عن الرواسب ينطبق على ما يحدث الآن فى الطبيعة على أن هناك ما لا يدع عندنا أى شك فى أن العوامل المؤثرة فى سطح الأرض فى العصور الجيولوجية الماضية لم تختلف كثيراً عما نراه الآن .

ولكل صخر من الصخور الراسبة على سطح الأرض الآن خواص تبعث على الاعتقاد أنه كان عند تكوينه نوعا من أنواع هذه الرواسب التى قدمنا وصفها. على أنه لتحويل هذه الرواسب المتفككة الرطبة الرخوة الى حالة صخرية متماسكة لا بد من توافر أحد أمرين أو هما معاً : —

(أولا) التجفيف والتماسك بالضغط الواقع على الراسب الأصلى من توالى رسوب مواد فوقه . فان عمليات الرسوب التى أتينا على وصفها اذا أعطيت الوقت الكافى فانها قد تؤدى الى رسوب سمك عظيم من المواد وهذا ما يجعل الأجزاء السفلى منها تحت ضغط كاف لأن يطرد ما يتخلل مسامها من المياه فتجف . وقد يكون هذا التجفيف فى ذاته كاف لأحداث التماسك والتحول إلى صخور . كما هو الحال فى الصخور الطينية الدقيقة الذرات .

(ثانياً) رسوب مواد أخرى بين ذرات الراسب لاحداث تماسك بينها . وهذا لا بد منه فى حالة الرواسب المكونة من مواد خشنة كالرمال مثلا اذ أن هذه مهما ضغطت فانها تبقى بين ذراتها من المسام ما يحول دون تماسكها . على أنه قد تتسرب اليها من المياه السطحية أو الجوفية ما يحمل مواد معدنية مذابة بها ككربونات الجير أو أوكسيد السليكون أو الحديد وهذه المواد اذا رسبت بين الذرات أحدثت تماسكا بينها كما يحدث الاسمنت تماسكا بين الرمال المستعملة فى البناء .

الحالات التى توجد عليها الصخور الراسبة فى الطبيعة

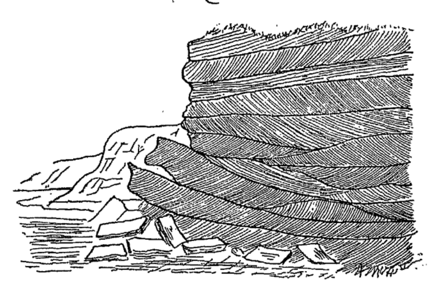
الطبقات — قدمنا أن من أهم خواص الصخور الراسبة هو وجودها فى طبقات متعاقبة . والطبقة من الصخر هى كل سمك منه متجانس بعضها مع بعض لحد ما ويتميز عما تحته وعما فوقه ويفصله عنهما سطحان متوازيان تقريبا .

وقد يكون سمك الطبقة قليلا فتكون الطبقة رقيقة وقد تبلغ عدة أمتار . وقد تكون الطبقة الواحدة من الصخر مكونة من عدة صفحات رقيقة (laminae)

قد يختلف بعضها عن بعض. إما من حيث دقة حبيباتها أو من حيث لونها كما هو الحال فى بعض الصخور الطينية .

وقد تختلف الطبقة عما يليها من أسفل أو أعلى من حيث تركيبها المعدنى نفسه أومن حيث رقة حبيباتها أوخشونتها ففى الحالة الأولى يكون الاختلاف نتيجة تغير فى المادة الراسبة وفى الحالة الثانية يكون الاختلاف نتيجة تغير فى الظروف المحيطة بالرسوب عند تكوين الرواسب فى أول الأمر . وامتداد الطبقات الأفقى عادةأ كبر كثيراً من سمكها على أن ذلك الامتداد يختلف كثيراً فقد تمتد طبقات الى مسافات بعيدة وقد يكون امتدادها مقصورا على نطاق ضيق فتظهر الطبقات كأنها عدسات (lenticles) . وهذه الصفة الأخيرة تلاحظ على وجه خاص فى الصخور الخشنة أى المكونة اما على شواطى البحار والبحيرات أوفى بطون الأنهار حيث الامتداد الأفقى محدود بالمياه غير العميقة . أما الطبقات التى تكونت فى مياه أعمق من ذلك فامتدادها عادة أ كبر .

وهنالك نوع من الطبقات يظهر فى الصخور التى تكونت من رواسب شاطئية أو نهرية حيث الرسوب عرضة لتيارات مائية وهو مايسمى الطبقات الكاذبة أو طبقات التيار (False-bedding or Current-bedding) حيث ترى الطبقة الواحدة من الصخر مكونة من عدة طبقات كل منها عبارة عن صفائح رقيقة متتالية وتختلف فى وضعها عن الوضع العام للطبقة (أنظر الشكل ٣٣) .



(شكل ٣٣) قطاع لجرف من الحجر الرملى مكون فى طبقات كاذبة

هذا التركيب نتيجة تغير قوة التيار واتجاهه وقت تكوين الرواسب .

وهناك خواص أخرى للصخور التى تكونت من رواسب شاطئية أهمها تعاريج الأمواج (Ripple-marks) وهي أن يكون سطح الطبقة مجعدا كما يرى سطح الرمال أحياناً على الشاطىء نتيجة تذبذب الأمواج على الرمال . ومن ذلك أيضاً آثار نقط الأمطار (Rain-prints) وآثار أرجل الحيوانات (Foot-marks). وكلها نتيجة ماحدث وقت الرسوب ثم تصلب الراسب الى صخر متماسك قبل ضياع العلامات الناتجة عنه .

أفقية الطبقات وميلها وتجعيدها — الأصل فى طبقات الصخور الراسبة أن تتكون أفقية وذلك لأن الرواسب التى منها تكونت كانت عند تراكمها أفقية فاذا لم يكن قداعتراها مايغير وضعها الأصلى فانها تبقى أفقية بعد تحولها الى صخور .

على أنه من البدهى أن الرواسب التى تكونت فى قاع البحار لن تظهر على السطح كطبقات من الصخر الا اذا حدث ما يرفعها الى منسوب أعلى كثيراً من منسوبها الأصلى كرواسب.

وسنأتى فيما بعد على بعض تلك الأسباب .

(شكل ٣٤)

قطاع يبين مجموعة من الطبقات الافقية

وقد تبقى الطبقات الصخرية افقية كما قدمنا (شكل٣٤). على أنه فى كثير من الأحيان يؤدى رفعها الى ميلها الى ناحية أو أخرى (شكل٣٥) أو الى انثنائها أو



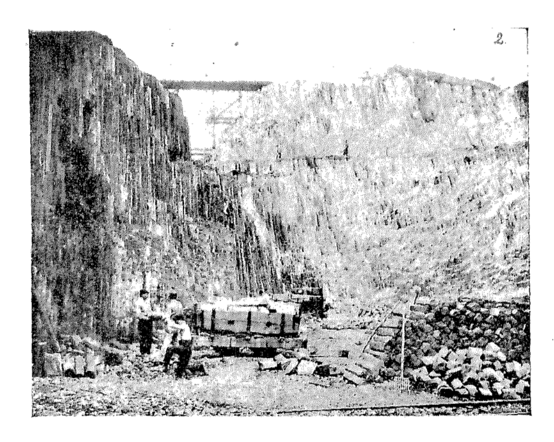
(شكل ٣٥)

قطاع لمجموعة من الطبقات المائلة فى اتجاه واحد

(اللوحة ٣)

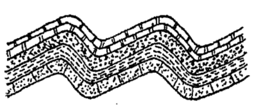


(ا) الفواصل فى الصخور الجيرية — سينا



(ب) الفواصل السداسية فى البازلت بمحاجر قرب بلدة لنز (Linz) بوادى الرين بالمانيا

تجعدها كما فى الشكل ٣٦ . وسنأتى على تفصيل ذلك بطريقة أوضح عند التكلم على العوامل المؤثرة فى القشرة الأرضية .



(شكل ٣٦) قطاع لمجموعة من الطبقات مجعدة فى طيات محدبة تفصلها أخرى مقعرة

الفواصل (Joints)

هى خطوط ضعف فى الصخر ينفصل عندها بسهولة أكثر من أى اتجاه آخر . وفى أغلب الصخور الراسبة توجد مجموعتان متعامدتان من الفواصل بحيث تنقسم طبقة الصخر كما فى الصورة رقم ا باللوحة الثالثة الى كتل مكعبة أو مستطيلة.

وقد لاتظهر الفواصل فى الصخر الا بعد أن يتعرض سطحه للعوامل الجوية عند ذلك تظهر الفواصل كشقوق مستطيلة يستفيد منها الحجارون فى قطع الحجر من مقالعه . هذه الخطوط تنشأ فى الغالب من انكماش الصخر عند تجفيفه من حالة الرواسب الأولى كما نشاهده كل يوم مثلا فى الطين الذى يتشقق فى أشكال سداسية عند جفاف البرك والمستنقعات .

ولاتقتصر الفواصل على الصخور الراسبة ولكنها فى الصخور النارية غير منتظمة الافى البازلت كما قدمنا . حيث ينتج عنها تقسيم الصخور أحيانا الى أعمدة سداسية . كما فى الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثالثة والشكل رقم ٣٢ .

أهم أنواع الصخور الراسبة

الجلاميد والحصى (Boulders & Pebbles) . تطلق كلمة جلمود على الكتلة من الصخر التي يبلغ قطرها أكثر من ١٠ سنتيمترات بينما الحصى أو الزلط هو ما

يتراوح بين ١٠ سنتيمترات و ٢½ مليمتر فى القطر فما يقل عن ذلك يطلق عليه لفظ رمل.

وهذه الصخور تنتج من تهشم الصخور الأخرى مهما كان نوعها وذلك من تأثرها بعوامل جوية شتى أهمها تغير درجات الحرارة فى الصحراء وما يصحب ذلك من تمدد وانكماش أو من تأثير المياه الجارية أو الجليد أو الأمواج .

هذا النوع من الصخور يوجد إما على سفوح الجبال أو عند أقدامها وفى بطون الأنهار حيث التيار يقوى على حملها كما أنها توجد على امتداد بعض الشواطىء .

وهى نوعان : ـ اما أن تكون قطعها حادة الحروف لم تتهذب أو تستدر وهذه هى حالتها قرب مصادرها الأصلية أى حيث انفصلت عن الصخور التى منها تكونت. واما أن تكون مستديرة ملساء اذ تهذبت باحتكاك بعضها ببعض أو بالصخور التي مرت عليها وذلك فى حالة انتقالها بفعل السيول والأنهار أو بحكم تعرضها لفعل الأمواج . وهذا النوع الأخير يوجد اذن بعيداً عن مصادره الأصلية .

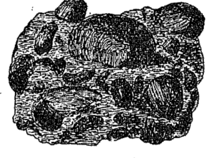
فالجلاميد والحصى الحادة الحروف توجد قرب الجبال العليا وعند رؤوس الأنهار بينما المستديرة الملساء توجد فى بطون الوديان وعلى الشواطىء . وأمثلة النوع الأول كثيرة عند سفوح الجبال الكبرى بالصحارى المصرية بينما النوع الثانى يوجد فى بطون الوديان بالصحارى وكذلك يوجد على عمق ٢٠ مترا تقريباً تحت التربة الزراعية فى وادي النيل وقد حمله الوادي وألقاه عند ما كان نهراً قويا سريع التيار يقدر على حمل مثل هذه القطع الكبيرة . وقد دلتنا على وجوده الآبار العديدة التى دقت أنابيبها فى وادي النيل وفى الدلتا . ويوجد هذا النوع على السطح فى الصحراء شرق القاهرة حيث يستغلونه لاستعماله فى البناء بالاسمنت المسلح .

الكونجلومرات والبريشى (Conglomerate & Breccia)

هى عبارة عن طبقات من الحصى والرمل ممسك بعضها بعضا بحيث تكوّن صخراً واحداً . وهى فى الواقع من نوع الرواسب التى وصفناها وقد رسبت بين

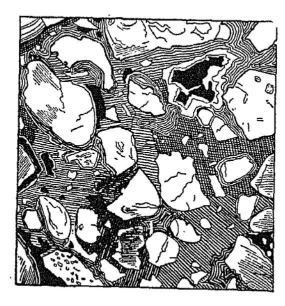
جزيئاتها مادة أخرى أحدثت هذا التماسك . وهذه المادة التى تحدث التماسك قد تكون حديدية أو جيرية أو جبسية أو سيليسية .

والفرق بين الكونجلومرات والبريش هو أن الأول مكون من قطع مستديرة بينما البريش تكون القطع المكونة له محدبة غير مهذبة . أى أن الكونجلومرات نتيجة تماسك رواسب نهرية أو شاطئية منقولة على مسافة بعيدة من مصادرها الأصلية بينما البريش نتيجة تماسك رواسب من الحصى لا تبعد كثيرا عن مصدرها الأصلى . ومن أحسن أمثلة الكونجلومرات فى مصر بعض طبقات « الخرسان » فى الجبل الأحمر شرق العباسية . كما أنها توجد فى أسفل التكوين المعروف بالحجر الرملى النوبى فى جنوب مصر وفى الصحارى (شكل ٣٧) .



(شكل ٣٧)
قطعة من الكونجلومرات مكونة من قطع متماسكة من الحصى المستدير

وأحسن أمثلة البريش بالقطر المصرى الصخر المعروف باسم بروكاتللى (Brocatelli). وهو مكون من قطع من الأحجار الجيرية بيضاء محدبة متماسكة بمادة جيرية حمراء اللون لوجود أوكسيد الحديد بها . هذا الصخر موجود على حافة الهضبة المطلة على وادى النيل قرب أسيوط وقنا ويرجع تكوينها لما تهشم من هذه الهضبة (شكل ٣٨) . وقد



(شكل ٣٨)
قطاع فى صخر البريش (بروكاتللى) يوضح تكوينه من قطع محدبة غير مستديرة

استعمل هذا الصخر قدماء المصريين في عمل بعض أواني الزخرفة مما يرى في المتاحف الآن .

الرمل (Sand) .

يطلق هذا الاسم على كل صخر متفكك أى غير متماسك يختلف قطر حبيباته من ٥ر٢ مليمتر الى ٠٥ر٠ مليمتر ويقسم عادة الى: —

رمل خشن (Coarse Sand) — ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ٥ر٢ مليمتر الى ٧٥ر٠ مليمتر .

رمل متوسط (Medium Sand) — ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ٧٥ر٠ مليمتر الى ١٠ر٠ مليمتر .

رمل دقيق (Fine Sand)_ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ١٠ر٠ مليمتر الى ٠٥ر٠ مليمتر فما دون ذلك يسمى غرينا أو طينا .

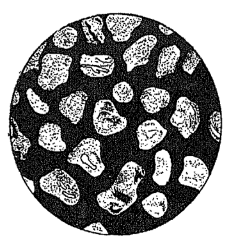
ويتكون الرمل اما في مياه قليلة العمق قرب الشواطىء أو في بطون الأنهار وعلى سطح الأرض في الصحارى وعند نهاية الثلاجات وتختلف الرمال عن بعضها شكل حبيباتها ويرجع هذا الى أصل تكوينها : —

(١) فالرمال المكونة في مجارى الأنهار أو على الشواطىء تكون حبيباتها حادة غير مستديرة (angular). وذلك لأن حركة احتكاكها بعضها ببعض هي غالبا في اتجاه واحد (شكل ٣٩) .

(شكل ٣٩) حبيبات حادة من رمل شاطىء البحر مكبرة تحت عدسة الميكروسكوب

(٢) والرمال المتراكمة من جراء فعل الرياح في الصحارى مثلا حبيباتها مستديرة استدارة تامة لاحتكاك بعضها ببعض في أثناء انتقالها بفعل الرياح (شكل ٤٠) .

كذلك تختلف الرمال من حيث المواد المكونة لها . وأغلب الرمال حبيباتها من معدن الكوارتز ومنه تتكون أغلب الرمال التي نعرفها والتي تستعمل في المباني. ذلك لأن الكوارتز هو أقل المعادن تأثراً من جراء عوامل الطبيعة فلا يتحلل الى موادأخرى كماهو الحال في المعادن الأخرى



(شكل ٤٠) حبيبات مستديره من رمال الصحراء مكبرة تحت عدسة الميكروسكوب

المكونة منها الصخور . فاذا تعرضت الصخور الى عوامل التعرية فان هذه المعادن تتحول الى مواد أخرى بينما الكوارتز يتفتت الى قطع صغيرة هي الرمال التي تحملها الرياح والأنهار الى مسافات بعيدة من مصادرها الأولى .

و بعض الرمال مكونة من الكوارتز مختلط به معادن أخرى كالفلسپار والهورنبلند والأوچيت والميكا وذلك في ظروف تكون فيها عوامل الطبيعة لم تتمكن من تحليل المعادن المذكورة .

وهنالك من الرمال ما يتكون من قطع صغيرة من الأحجار الجيرية والمحارات البحرية الصغيرة .ومن أمثلة ذلك كثبان الرمال الممتدة على شاطيء البحر الأبيض المتوسط غرب الأسكندرية وتُرى جيدا في الدخيلة قرب المكس .

و يختلف لون الرمال كثيراً على حسب المادة المكونة لها. وقد تكتسب ألوانا ساطعة حمراء أو صفراء وذلك لوجود أكاسيد الحديد بكميات ضئيلة جداً حول حبيباتها . مثال ذلك الرمل الأحمر والأصفر المستخرج من محاجر قرب الجبل الأحمر بالعباسية .

وتوجد الرمال موزعة على مساحات كبيرة جداً بجميع الصحارى المصرية خصوصاً الصحراء الغربية والجزء الشمالي من الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سينا . وهي إما تغطي سهولا ممتدة مجعدة السطح من جراء أثر الرياح فيها(أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم١ باللوحة الرابعة) وإما في كثبان (جمع كثيب D une) مستطيلة أو

هلالية الشكل (Barkhan) كما فى الشكل رقم ٤٥ . وهذه ترى قرب الشواطىء المصرية جميعها وفى أواسط الصحارى . كذلك توجد أكوام الرمال عند أقدام الجبال حيث ألقت بها الرياح التى تحملها .

ويوجد الرمل فى طبقات تحت التربة الزراعية السطحية فى وادى النيل والدلتا على أعماق تتراوح بين متر وعشرة أمتار على حسب سمك التربة الزراعية نفسها. وفى هذه الطبقات الرملية توجد المياه التى ترشح اليها من مجرى النهر ومنها تستمد مياه الآبار المعروفة خطأ بالآبار الأرتوازية .

والرمل يستعمل كثيراً فى البناء ويفضل منه ما كانت حبيباته متوسطة الحجم غير مستديرة وكان خالياً من الأتربة والمواد الحديدية . ومن أحسن أمثلة هذا النوع رمال العباسية والبساتين والجزائر التى تظهر فى النيل بعد انقضاء الفيضان السنوى . واذا كان الرمل نقياً أبيض اللون يستعمل فى صناعة الزجاج .

الحجر الرملى (Sandstone) .

هو صخر مكون من حبيبات من الكوارتز ممسك بعضها بعضاً. وتتميز الأحجار الرملية بعضها عن بعض باختلاف المادة التى تحدث هذا التماسك .

فاذا كانت مادة جيرية يقال حجر رملى جيرى (Calcareous Sandstone).

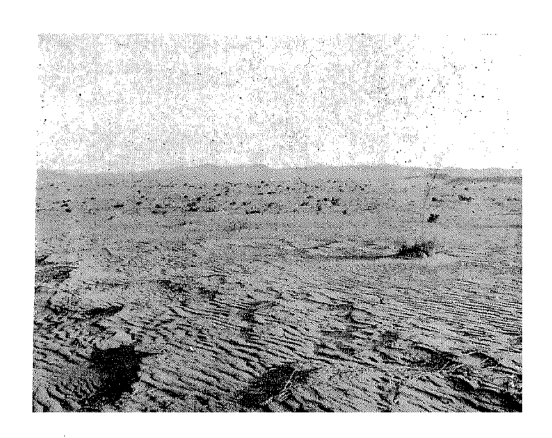
واذا كانت مادة سيليسية يقال حجر رملى سيليسى („ Siliceous).

واذا كانت مادة حديدية يقال حجر رملى حديدى („ Ferruginous).

وتختلف صلابة بعض الاحجار الرملية عن بعض باختلاف هذه المواد التى تحدث التماسك ومقدارها . كذلك تختلف مسامية الاحجار الرملية تبعاً لحجم حبيباتها. فاذا كانت الحبيبات كبيرة كان الحجر اكبر مسامية وهلم جرا .

والأحجار الرملية تمتاز بمساميتها عن باقى الصخور ولذلك كانت أحسن الصخور الخازنة للسوائل الطبيعية كالمياه والبترول ومنها عادة تستنبط هذه السوائل .

(اللوحة ٤)



(ا) سهل منبسط من الرمل مجعد سطحه من تأثير الرياح . (شمال سينا) .



(ب) خطوط متوازية من الكثبان الطولية (صحراء ليبيا) .

ومن أهم أنواع الأحجار الرملية المعروفة بالقطر المصرى : —

الحجر الرملى النوبى (Nubian Sandstone) . وهو مجموعــة طبقات من الحجر الرملى تغطى مساحات كبيرة فى الجزء الجنوبى من القطر المصرى و بلاد النوبة وفى الصحارى الشرقية والغربية وفى أواسط شبه جزيرة سينا . وهى صخور تكونت إما بفعل الرياح أو فى مياه قليلة العمق . واستنبطت الرمال المكونة لها من جراء تفتت الصخور النارية القديمة . ومن هذه الاحجار بنى قدماء المصريين بعض معابدهم فى أسوان وما يليها جنوبا كما أنهم نحتوا فيها بعض هيا كلهم كما فى السلسلة وأبى سنبل .

حجر الخرسانه بالجبل الاحمر . هذا الجبل الصغير شرق العباسية بالقاهرة مكوّن فى الغالب من حجر رملى شديد الصلابة جدا مكون من حبيبات رملية متماسكة بمادة سيليسية حديدية ترجع اليها شــدة صلابته التى تجعل منه حجرا صالحا لرصف الطرق ولأساسات المبانى فى الجهات الرطبة ولأحجار الطاحون .

الصخور الطينيه (Argillaceous Rocks) .

تطلق لفظة غرين أو طين على كل راسب سائب مكون من حبيبات متوسط قطرها أقل من ٠٠٥ر٠ مليمتر مهما كان نوع المادة المكونة لها . هذه المادة اذا بللت صارت ذات لزوجة خاصة فاذا تعرضت لضغط وجففت تماسكت حبيباتها وأصبحت صخرا طينيا بدون حاجة الى مادة اخرى لاحداث التماسك بين ذرّاتها .

وتتكون المواد الطينية فى دالات الأنهار ومصباتها وعلى جانبيها من أثر الفيضانات وكذلك فى بعض البحيرات . على أن أهم مناطق تكوين الرواسب الطينية هى قيعان البحار على أعماق غير قليلة . ذلك أن المواد التى تحملها الأنهار الى البحار ترسب الى القاع تبعا لنظام بمقتضاه ترسب أولا المواد الثقيلة قرب الشواطىء (الرمال الخشنة) ثم الرمال الدقيقة بعيدة عن الشاطىء وتبقى المواد الطينية الخفيفة الذرات معلقة فى مياه

البحر فلا تصل الى القاع الاوقد بلغت مسافة بعيدة من الشاطىء. وقد أظهر الاختبار أن هـذه الرواسب تمتد على قاع البحر فيما يزيد عن ١٠٠ قامة من العمق (٣٠٠ متر وزيادة).

والأصل فى المواد الطينية أن تـكون مركبة من سليكات الألومنيوم الناتج عن تحليل معادن الفلسپار. على أنه توجد معها معادن أخرى كالـكوارتز والميكا وأكاسيد الحديد مما ينتج عن تحلل المعادن الأخرى وتتفق جميعا فى صغر ذراتها المتناهى. كذلك توجد بالمواد الطينية غالباً بقايا نباتات متحللة أو متفحمة ومواد جيرية. أما اللون الأسود الذى يغلب فى كثير من الصخور الطينية فيرجع إما الى انتشار ذرات نباتية متفحمة أو ذرات من كبريتور الحديد. وهناك أنواع من الطين يسودها اللون الأحمر أو الأصفر أو الأخضر لوجود مواد ملونة بها كأكاسيد الحديد أو المنجنيز.

وأنقى أنواع الطين المعروف بالطين الصينى (China Clay). وهو الذى تصنع منه الأوانى الخزفية الجيدة (الصينى). وهـــذا النوع ينتـج مباشرة من تحلل معادن الفلسپار.

وقد تختلط هذه المادة بذرات دقيقة من الـكوارتز وتأخذ لنفسها لوناً أصفر وتسمى طينة رملية أو طينة صفراء (loam).

وقد ترتفع نسبة كربونات الـكلسيوم فى الطين فتسمى طينة جيرية أو طفل (marl). وهنـاك من المواد الطينية ما هو خال من المادة الجيرية أو القلويات وهذا النوع يمتاز عن غيره بتحمله درجة عالية من الحرارة فيسمى (Fire-clay) ويستعمل فى تبطين الأفران الـكهربائية.

وقد قدمنا أن الرواسب الطينية اذا ضغطت وجففت أنتجت الصخور الطينية وهذه على نوعين : —

(الأول) عبارة عن صخر مندمج متناسق يوجد فى طبقات سميكة يسمونه حجراً طينيــاً (Claystone or Mudstone) .

(والثانى) صخر طينى مركب من صفائح رقيقة ينفصل بعضهاعن بعض لأقل ضغط يقع على الصخر وهذا يسمى حجراً طينياً صفحيــاً (Shale) .

والفرق بين النوعين راجع لاختلاف فى العوامل المتحــكمة فى رسوب المواد فى أول الامر . فالنوع الأول نتيجة رسوب مواد متجانسة رسوبا مستمراً أى تحت عوامل واحدة لمدة طويلة . بينما النوع الثانى نتيجة رسوب متقطع من مواد مختلفة بحيث تختلف كل صفحــة عما يليها إما فى مادتها نفسها أو فى حجم ذراتها و بذلك تبقى كل صفحة منها غير مندمجة مع ما يليها .

وفى القطر المصرى نعرف من الصخور الطينية الأنواع الآتية : —

(١) **غرين (طمى) النيل** (Nile Silt) — وهو مادة مكونة من حبيبات رفيعة جداً أظهر تحليلها أنها غالباً عبارة عن رمال رفيعة مختلط بها نسبة صغيرة من سليكات الالومنيوم وأكاسيد الحديد وغيرها . هذه المادة ناتجة من تحلل صخور بازلتية تــكوّن الهضاب العالية فى بلاد الحبشة حيث ينبع النيل الأزرق .

فاذاهطلت عليها الأمطارالشديدة فىفصل الأمطارفىأوائل الصيف اكتسحت تلك المواد المفتتة وحملها النهر حيث يلقى بها على جانبى واديه وفى الدلتا وأينما ركدت هذه المياه مدة كافية لرسوب المواد الطينية منها . على أن مقدارا عظيما منها ينطلق الى البحر الأبيض المتوسط فيرسب على قاعه قبالة مصبى النهر عند دمياط ورشيد .

ولقد كان تتابع الفيضانات من عام لآخر منذ آلاف السنين مدعاة لأن تراكمت هذه المواد الطينية فى أرض مصر وكونت التربة الزراعية التى تمتاز بخصبها العظيم .

ويختلف تركيب هذه التربة الزراعية من مكان لآخر . فبينما بعض الأراضى سوداء ثقيلة أى دقيقة الحبّات مندمج بعضها فى بعض اذ البعض الآخر أراض صفراء

خفيفة لزيادة نسبة الرمال الخشنة فيها. ولكل نوع مزاياه من حيث المحاصيل الزراعية التي يصلح لزراعتها ونموها.

كذلك في الصناعة فبعض أنواع الطينة المصرية تصلح لصنع قوالب الطوب بينما البعض الآخر تجود منه صناعة الأواني الفخارية وهلم جرا.

(٢) **الطين الاسواني** — طبقات من صخر طيني دقيق يمتاز بارتفاع نسبة سليكات الألومنيوم فيه ولذلك فهو أصلح من غرين النيل العادي لصناعة الأواني الخزفية الممتازة.

وهذا الصخر يرجع تكوينه لعصر جيولوجي قديم حيث كان البحر يغمر هذا الجزء من الأرض حتى أسوان وما فوقها وفي مياهه تكونت هذه الرواسب الطينية التي ترى على أحسنها قرب مدينة أسوان.

(٣) **طفال (طفل) اسنا** (Esna Shales) — هذا نوع آخر من الصخور الطينية يوجد في طبقات تابعة لعصر جيولوجي قديم أيضا ويظهر على سطح الأرض قرب اسنا ويمتاز عن غيره لاحتوائه على نسبة لا بأس بها من نيترات الصوديوم. ولذلك يصلح سمادا للغلال والقصب ويستعمله المزارعون في الجزء الجنوبي من الوجه القبلي لتسميد أراضيهم. على أن نسبة النيترات به صغيرة فلم تسمح حتى الآن باستغلاله كمصدر من مصادر النيترات لجهات القطر الأخرى.

وتوجد غير ذلك صخور طينية تتخلل طبقات العصور الجيولوجية المختلفة في الصحارى المصرية وأينما امتدت على سطح الأرض جعلت منه نجعا يصلح بعد نزول الأمطار لزراعة الشعير وبعض الحبوب الأخرى.

الصخور الجيرية (Limestones or Calcareous Rocks.).

وهي صخور مركبة من كربونات الكلسيوم ومنها الحجر الجيري المعروف (Limestone) والطباشير (Chalk) والدولوميت (Dolomite) وغيرها.

وهذه الصخور يغلب أن تكون بيضاء اللون اذا كانت نقية على أن بعضها أصفر أو أسمر أو أزرق أو أسود وذلك تبعا لنوع ومقدار المواد الغريبة المختلطة بها . وقد تكون مندمجة متماسكة لا مسام بها على أن بعضها قليل التماسك تكتنفه مسام وشقوق كثيرة .

ومن أهم مميزاتها أن الأحماض تؤثر فيها فتنبعث منها غازات حامض الكربونيك .

وتختلف الصخور الجيرية فى أصل تكوينها الى نوعين : —

صخور جيرية كيميائية (Chemically-formed Limestones) .

وهى التى رسبت بالبخر من مياه كانت مذابة بها مادة كربونات الكلسيوم كما يرسب أحيانا من العيون الجيرية وهى المادة المسماة (travertine) . وكرواسب الكهوف فى بعض المناطق الجيرية وهى الرواسب المعروفة بالاستلاكتيت (Stalactites) والاستلاجميت (Stalagmites) التى هى عبارة عن عمدان رشيقة مدلاة من سقوف هذه الكهوف وأخرى مقابلة لها من أرضيتها مكونة من مادة كربونات الكلسيوم المتبلورة . (انظر اللوحة العاشرة) . وسنأتى على وصف طريقة تكوينها عند التكلم على المياه الأرضية .

ومن هذا النوع أيضاً عروق الصخر المعروف بالألاباستر المصرى . وهو صخر جيرى متبلور يوجد فى عروق تخترق الصخور الجيرية الأخرى حيث يتكون بالرسوب من مياه مذاب بها كربونات الكلسيوم . وقد استغلت هذه العروق بوادى سنور فى الصحراء الشرقية قرب بنى سويف وصنع منها قدماء المصريين بعض هياكل وتماثيل جميلة كما أن المغفور له محمد على باشا الكبير اقتلع منها قطعاً كبيرة صنعت منها عمدان جامعه الشهير بالقلعة بالقاهرة .

صخور جيرية من أصل عضوى (Organically-formed Limestones).

وهذه هى أهم أنواع الصخور الجيرية وأكثرها شيوعا فى الأرض . ويرجع تكوينها الى قدرة بعض أنواع الحياة من حيوانات ونباتات على استنباط المادة الجيرية من مياه البحار التى تعيش فيها وتحويلها الى خلايا ومحارات لسكناها ووقاية أجسامها الرخوة .

وتوجد هذه الحيوانات والنباتات بكثرة عظيمة فى بعض البحار خصوصاً فى المناطق البعيدة عن مصبات الأنهار حيث لا تعكر مياهها ما تجلبه الأنهار من داخلية البلاد من رمل وطين .

وتموت هذه الحيوانات والنباتات فتسقط محاراتها وخلاياها الى قاع البحر فتكوّن رواسب جيرية تتكاثر مع مرور الزمن الطويل وتتحول بالضغط ورسوب مواد أخرى بين ذراتها الى الأحجار الجيرية المعروفة .

ومن الحيوانات التى لها هذه القدرة على استنباط المادة الجيرية من مياه البحار الفورامينيفرا (Foraminifera) وهى من الحيوانات الدنيئة ذات المحارات الصغيرة وأحياناً مجهرية ومن أنواعها النموليت (Nummulites) . كذلك الشعاب المرجانية (Corals) وهى التى تكون مستعمرات قد تبلغ حجماً كبيرا . كذلك الحيوانات المحارية والحلزونية المسماة مولسك (Molluscs) . ومن النباتات الدنيئة المعروفة بالألجا الجيرية (Calcareous Algae) .

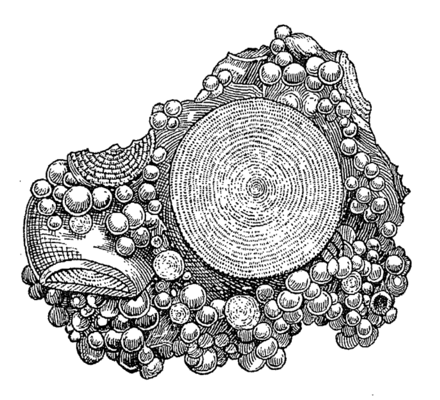
وتوجد الصخور الجيرية فى مساحات واسعة بالقطر المصرى حيث تغطى الجزء الشمالى من الصحارى الغربية والشرقية وشبه جزيرة سينا وتمتد على جانبى نهر النيل من القاهرة حتى قرب ادفو . وأهم أنواعها :—

الحجر الجيرى النوموليتى (Nummulitic Limestone) .

وقد سمى كذلك لتكوينه من محارات مستديرة تختلف حجما من نصف الريال الى حجم العدسة وتشبه فى شكلها النقود ومن ذلك سميت (Nummulites) . (انظر الشكل ٤١) .

وهذه الطبقات الجيرية توجد فى بلاد أخرى محيطة بالبحر الأبيض المتوسط ويدل امتدادها على أنه فى العصر الذى تكونت فيه كانت جميع هذه المناطق مغمورة

بمياه بحر واحد . ويمكن رؤية هذا الصخر على سفح هضبة الاهرام وفى جبل المقطم وكذلك فى الهضبة الممتدة على جانبى وادى النيل حتى قنا .



(شكل ٤١) قطعة من الحجر الجيرى النوموليتى

الطباشير (Chalk) .

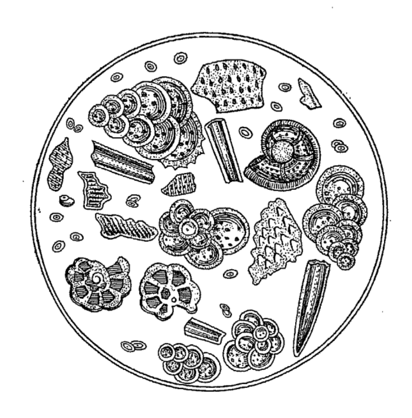
نوع من الأحجار الجيرية يمتاز ببياضه الناصع وقلة صلابته بحيث يترك أثرا أبيض على أى شىء يلامسه. وهو مكوّن من ذرات رفيعة أغلبهـا محارات الفوراميينيفرا (Foraminifera) وفئات من محارات حيوانات أخرى (شكل٤٢) .

والطباشير يكثر وجوده فى طبقات تابعةلعصر جيولوجى معين سمى لذلك بالعصر الطباشيرى (Cretaceous) وسيأتى ذكره بعد. وهو يوجد بكثرة فى صحراء التيه فى شمال سينا .

الدولوميت (Dolomite) .

نوع من الحجر الجيرى تركيبه كربونات الـكلسيوم وكربونات المجنيزيوم بكميات متعادلة تقريبا . وهو ناتج فى الغالب من تأثير مياه مذاب بها كلورور

المجنيزيوم على الصخور الجيرية العادية واستبدال بعض كربونات الكلسيوم بكربونات المجنيزيوم .



(شكل ٤٢) قطاع تحت المجهر لقطعة من الطباشير توضح تكوينه من محارات الفورامينيفرا

الجبس (Gypsum) .

قدمنا الكلام عن الجبس كمعدن من المعادن الا أنه يوجد أحيانا فى طبقات سميكة ممتدةعلى مساحات واسعة وقد تتكون منه سلاسل جبال متوسطة الارتفاع . وعلى ذلك يمكن وصفه باعتباره صخرا وفى هذه الحالة يكون من الصخور التى تكونت بطريقة كيميائية أى نتيجة بخر مياه بحار مقفلة أو بحيرات فى مناطق حارة .

ومن أمثلة ذلك الجبال الممتدة على جانبى خليج السويس والبحر الاحمر قرب منطقة البترول فى الزيتية وجمسا وكذلك فى شاطىء سينا الغربى وقرب القصير .

ويوجد معه صخر الأنهيدريت (Anhydrite) الذى يتكون من الجبس بعد فقدانه ماء التبلور . ويوجد الجبس والانهيدريت فى طبقات سميكة بمناطق البترول وأحيانا توجد معهما طبقات سميكة من ملح الطعام . وكل هذه من الشواهد التى تؤكد تكوينها فى بحار أو بحيرات مالحة .

صخر الفوسفات (Phosphate Rock) .

صخر مركب من فوسفات الـكلسيوم مع مواد أخرى . وهذا الصخر يتكون فى أول الامر من تراكم عظام حيوانات فقرية برية وبحرية من أسماك وزواحف ثم تحوّلها بمضى المدة الى فوسفات الكلسيوم . هذا مع العلم أن عظام الحيوانات البحرية تحتوى فى المتوسط نحو ٦٠ ٪ من فوسفات الـكلسيوم .

وتوجـد طبقات هامـة لصخر الفوسفات فى تونس والجزائر وكذلك بالقطر المصرى قرب البحر الاحمر عند سفاجـة والقصير حيث تستغل على نطاق واسع . كما أنها توجد فى جهات متقطعة بالصحراء الشرقية وفى وادى النيل قرب السباعية واسنا وفى الصحراء الغربية عند الواحات الداخلة والخارجة . على أن نفقات النقل فى جميع هذه الجهات الاخيرة تحول دون استغلاله

والفوسفات هو من المواد التى تحتاج اليها بعض أنواع المزروعات كالبرسيم لنموها وقد تفتقر اليها بعض الاراضى ولذلك يستعمل كسماد فى كثير من البلاد .

الفحم الحجرى (Coal) .

صخر أصم حالك السواد سريع الـكسر ومكسره محارى . وتبلغ نسبة الـكربون به من ٧٥ الى ٩٠ فى المائة . يحترق بسهولة فيعطى لهباً صافياً . ويرجع أصل تكوينه الى تراكم مواد نباتية كجذوع الاشجار وفروعها وأوراقها وقد يُرى آثار بعضها لا تزال باقية فى الفحم ولو أن أغلبها قد اندثرت معالمه فى عملية التحول الى فحم . ويوجد الفحم الحجرى عادة فى طبقات تتخل طبقات أخرى من الصخور الرملية والطينية تابعة لعصر جيولوجى قديم سمى العصر الفحمى لهذا السبب . ويظهر أن الاحوال الجوية فى ذلك العصر كانت ملائمة لنمو الاشجار والغابات فى مساحات واسعة .

أما بالقطر المصري فان الطبقات التابعة لذلك العصر الجيولوجى لا توجد الا فى نقطتين على جانبى خليج السويس احداها فى وسط شبه جزيرة سينا والأخرى

بوادى العربة بين جبال الجلالة القبلية والبحرية. على أنها كلها طبقات رملية تتخللها طبقات جيرية لا أثر للفحم بها . مما يدل على عدم ملاءمة الاحوال الجوية لنمو النباتات وتفحمها فى هذه البلاد .

على أن هناك فى شبه جزيرة سينا والصحراء الشرقية طبقات تابعة لعصر جيولوجى أحدث كثيرا من الأول (العصر الطباشيرى) تحتوى طبقات رقيقة جدا من نباتات متفحمة ولكنها لاتبلغ فى أى مكان الدرجة التى تسمح باستغلالها .

وهناك عدا الفحم الحجرى مواد أخرى ناتجة من تراكم النباتات يمكن اعتبارها درجات بين الرواسب النباتية والفحم الحجرى . ومن هذه اللينيت (Lignite) أو الفحم الكاذب. وهو عبارة عن رواسب نباتية مضغوطة تحتوى على ٥٥٪ الى ٧٥ ٪ من الكربون . سمراء اللون يمكن استعمالها وقودا. وهى توجد عادة ضمن طبقات عصور جيولوجية حديثة .

كذلك المادة المعروفة باسم (Peat) عبارة عن مواد نباتية مكدسة فى المستنقعات بالبلاد الرطبة. وهى أشبه شىء بالبرسيم المضغوط فترى الألياف النباتية لاتزال حافظة لشكلها وتركيبها الأصلى وتبلغ نسبة الكربون فيها ٦٠ ٪ والأوكسيچين ٣٣ ٪ والنتروچين ١ ٪ تقريبا .

و يمكن اعتبار هاتين المادتين كأنهما حلقتان من سلسلة التفاعلات التى أدت الى تحول رواسب نباتية الى الفحم الحجرى .

الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks.) .

يتضمن هذا القسم صخورا بعضها من أصل راسب و بعضها من أصل نارى قد استحالت بعد تكوينها الى حالة غير التى تكونت عليها فى أول الأمر .

وهذا التحول (Metamorphism) يحدث فى الصخور نتيجة الحرارة المرتفعة جدا أو الضغط الشديد أو هما معا. وله طرق كثيرة أهمها : —

(١) التماس مع مواد مصهورة ساخنة(Contact-metamorphism).وذلك بتدخّل المواد المصهورة التى تتكون منها السدود والعروق النارية وقت صعودها خلال القشرة الأرضية اليابسة .

(٢) تراكم رواسب سميكة جداً فوق صخر سابق التكوين فيصبح هذا تحت ضغط شديد وحرارة مرتفعة .

(٣) تقلصات فى القشرة الأرضية نتيجة تفاعلات داخلية فى جوف الأرض تجعل الصخور المكوّنة للقشرة الأرضية تحت ضغط وحرارة شديدتين . وهذا النوع ينتاب مناطق ممتدة من الأرض فيسمى التحول الأقليمى (Regional metamorphism). فالضغط والحرارة الناتجة من هذه الأسباب التى قدمناها قد تكونان كافيتين لصهر الصخر الواقعة عليه وإعادة تصلبه فى حالة تبلور.

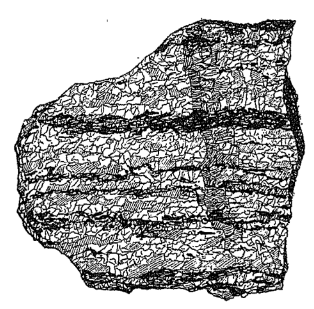
وقد تختلط مادة الصخر الأصلى بالمادة المذكورة المتدخلة فيه والمتسببة فى تحويله حتى اذا أعيد تصلب الصخر كان تركيبه قد اختلف اختلافا بيناً عما كان فى أول أمره .

وقد لا يكون الانصهار تاماً بل يحدث فى الصخر المتحول شبه انصهار ينتج عنه ترتيب البلورات الأصلية تبعاً للضغط الواقع على الصخر فى طبقات أو صفائح متوازية .

فمما تقدم نرى أن الصخور المتحولة تكون فى الغالب متبلورة و بلوراتها مرتبة فى صفائح متوازية . وأهم أنواعها : —

الجنيس(Gneiss) — وهو غالباً صخر متحول من الجرانيت بواسطة الضغط والحرارة الناتجين من تقلصات أرضية عنيفة . فهو مركب من المعادن المعروفة فى الجرانيت الا أن بلوراته مرتبة فى خطوط متوازية بدل أن تكون موزعة بلا نظام (شكل ٤٣) .

ويوجد هذا الصخر فى بعض سلاسل الجبال الكبرى فى الصحارى المصرية كما فى شبه جزيرة سينا .



(شكل ٤٣) قطعة من الجنيس
تبين توزيع البلورات المعدنية فى طبقات متوازية

الشيست (Schist) — صخر أهم خواصه أنه مركب من صفائح متلاصقة يسهل فصل بعضها عن بعض. وهومتحول بالضغط والحرارة من صخور طينية راسبة أو صخور نارية .

ومنه **الاردواز** (Slate) . متحول من صخور طينية أو بركانية .

ومنه **الشيست الميكائى** (Mica-Schist) لكثرة الميكا به (شكل ٤٤) .



(شكل ٤٤) قطعة من الشيست الميكائى
يوضح تكوينها من صفائح رقيقة مجعدة

و**الشيست الطلقى** (Talc-Schist) لكثرة الطلق به .

وتوجد أنواع كثيرة من الشيست بالصحارى المصرية فى المناطق المحيطة بالصخور النارية المكونة للجبال العليا. وقد تكونت هذه الصخور المتحولة من تأثير التقلصات العنيفة التى اصطحبت تدخل هذه الصخور النارية ثم رفعها الى جبال شامخة .

الرخام (Marble) — هو صخر متحول مكون من بلورات متماسكة من الكلسيت . وهو فى الأصل من الحجر الجيرى تحول بفضل الحرارة الناتجة من تدخل المواد المصهورة به . وبعض أنواع الرخام بيضاء ناصعة لخلوها من المواد

الغريبة بينما البعض يكتسب ألواناً مختلفة نتيجة اختلاط مواد معدنية أخرى بكربونات الـكلسيوم المكوّن منها الحجر الجيرى الاصلى . وفى القطر المصرى بعض أنواع الرخام إلا أنها غير جديرة بالاستغلال لبعد مسافتها وعدم جودتها . ومن أحسن أنواع الرخام المعروف بالعالم ما يستخرج من جبال كرارا بايطاليا ومنها الرخام الأبيض الذى استعمل فى أغلب التماثيل الشهيرة .

الكوارتزيت (Quartzite) — صخر متحول مركب من مادة سيليسية متماسكة وهو فى الأصل صخر رملى تأثر بالحرارة الناتجة من تدخل مواد مصهورة فانصهر ثم تبلور كتلة واحدة متماسكة من الـكوارتز .

الباب الثالث

العوامل المؤثرة فى القشرة الارضيه

قد يبدو لنا سطح الأرض ثابتا وان ما حولنا من مناظر الطبيعة خالد أزلى لم يتغير منذ عهد نشأة الكرة الأرضية. وقد يبعث هذا الاعتقاد فينا و يقويه أن هذه المناظر هى بعينها ما كان يراه آباؤنا وأجدادنا من قبل الى أقصى حدود التاريخ القديم . ولقد كان أجدادنا القدماء يسكنون وادى النيل الذى لايختلف فى شىء عن الوادى الذى نسكنه تحيط به الصحارى تحدها البحار المعروفة لنا الآن وقد أثبتوا ذلك فى أساطيرهم وعلى جدران معابدهم مما لايترك أى شك فى أن القطر المصرى الذى كانوا يسكنونه لايختلف اختلافا محسوسا عن قطرنا الآن .

على أننا اذا القينا نظرة المدقق الى مايحيط بنا من عوامل نجد أن هناك تغييرا حسيسا مستمرا فى وجه الأرض وان لكل عامل من عوامل الطبيعة أثره فى وجهها وان هذا الأثر وان كان ضئيلا فى ذاته الا أنه اذا أعطى الوقت الكافى فلابد أن يحدث فى وجه الأرض أثرا كبيرا محسوسا. ولنأت على بعض الشواهد للاستدلال على هذا الاستنباط :—

(١) نرى فى صيف كل عام مياه النيل تزداد فيمتلىء بها مجراه وانها اذ ذاك تكتسب لونا أحمر بفضل ماتحمله من الغرين الذى تكتسحه الامطار والسيول من هضاب الحبشة الى مجرى النهر. ونعلم أن هذه المياه المحملة بالغرين اذا انسابت فى حياض الوجه القبلى وعلى حقول الوجه البحرى فتركت راكدة وقتاً كافياً ألقت على سطح هذه الاراضى بما تحمله من غرين يقدره الذين قاموا ببحث هذه المسائل بما لايزيد سمكا عن مليمتر فى كل عام .

ولا نجهل أنه قبل ضبط مياه النيل بما أقيم عليه من سدود وجسور وخزانات كانت مياه الفيضانات المتعاقبة تطفو على الجانبين فتغطى معظم الاراضى ولاتزول عنها حتى ينخفض منسوب النهر . فاذا اعتبرنا أن فيضان النيل حادث سنوى لم ينقطع منذ آلاف السنين نرى أنه يحتاج لالف عام لتكوين متر واحد من الغرين وان التربة الزراعية المصرية التى تعتبر بحق هدية النيل والتى يبلغ متوسط سمكها نحو عشرة أمتار قد احتاجت على الاقل الى عشرة آلاف من السنين لتكوينها

وفى هذا دليل على أن حادثا بسيطاً يحدث من عام لآخر قد يكون فى ذاته ضئيل الاثر الا أنه بمضى الوقت الكافى قادر على احداث تغيير محسوس فى وجه الارض.

(٢) نلاحظ من وقت لآخر أن الرياح الشديدة قد تحمل رمالا من الصحراء فتقذف بها الى وادى النيل وان بعض المبانى القريبة من حافة الصحراء والتى تعترض أمثال هذه الرياح قد تكومت على جوانبها هذه الرمال فكادت تغمرها.وقد نذكر أنه منذ بضع سنين كان تمثال أبو الهول المعروف قد غمر حتى نصفه تحت رمال الصحراء التى تذروها الرياح وأن مجهوداً عظيما قد بذل لازاحة هذه الرمال واظهار نصفه الاسفل . فاذا تجولنا قليلا فى الصحارى أو على الشواطىء رأينا أكوام الرمال (الكثبان) ذات ضخامة تشهد بأن الرياح وما تحمله من الرمال قادرة على احداث تغيير بين فى وجه الارض .

(٣) وكم سمعنا من أخبار الزلازل فى اليابان وغير اليابان وما قد أحدثته من خسف لبعض أجزاء الارض . كما أننا سمعنا بما ينبعث من براكين ايطاليا من الحمم الذى قد ينزلق من فوهتها فيغمر ماحولها بطبقة من الحمم السميك .

كل هذه عوامل قد يكون أثرها ضئيلا فاذا تعاقبت مرات متوالية أحدثت أثراً محسوساً فى وجه الارض .

فما تقدم نرى أن الثبات الذى يبدو لنا فيما يحيط بنا من ظواهر الطبيعة ظاهرى فقط وان الواقع هو أن وجه الارض فى تغير حثيث مستمر وان لكل عامل من عوامل الطبيعة أثره فى أحداث هذا التغيير. وهو موضوع بحثنا فى هذا الجزء من الكتاب .

والعوامل الطبيعية المؤثرة فى سطح الأرض نوعان : —

(١) **عوامل خارجيه** — ترجع لتأثير الغلافين الجوى والمائى فى القشرة اليابسة . ومن هذه العوامل تغير درجة الحرارة بين الليل والنهار و بين الشتاء والصيف.والرياح . والأمطار وما ينتج عنها من سيول وأنهار . والبحيرات والبحار والمحيطات. والثلاجات. وكذلك أنواع الحياة من حيوان ونبات مما يسكن الأرض والبحار .

(٢) **عوامل داخليه** — ترجع لحالة جوف الأرض من حرارة وضغط وأثر ذلك فى القشرة الأرضية اليابسة . ومن هذه العوامل البراكين والزلازل والتقلصات الأرضيــة .

العوامل الخارجية

للعوامل الخارجية تأثيرات مختلفة فى سطح الأرض . وقد يختلف تأثير العامل الواحد فى مكانين لاختلاف الظروف المحيطة بهما .

ولو اعتبرنا أن هذه العوامل كلها تعمل مجتمعة للتأثير فى وجه الأرض لأمكننا تقسيم عملها الى ثلاث درجات : —

(أولا) تفتيت سطوح الصخور .

(ثانياً) نقل المواد المفتتة .

(ثالثاً) رسوب هذه المواد .

ويعبر عن الدرجتين الأوليين بالتعرية . ولما كانت هذه الكلمة من الاصطلاحات الجيولوجية المتداولة فلا بد لنا من تفسيرها بشىء من الاسهاب .

التعرية (Denudation or Erosion.) — لفظ يفهم منه اظهار الشىء المستتر بازاحة ما يستره . أما جيولوجيًّا فيقصد به الأثر الذى تحدثه العوامل الجوية فى سطوح جميع الصخور من تحويلها من صخور صلبة الى مواد سائبة ثم ازاحة هذه وتعريض سطح جديد من الصخر الى هذه العوامل نفسها. فتغير درجة الحرارة بين الليل والنهار وكذلك الصقيع فى البلاد الباردة كل هذه عوامل بما تحدثه من تمدد وانكماش فى الصخور تؤدى الى تفككها وتفتتها فاذا هبت رياح شديدة أو سقطت أمطار على هذه السطوح اكتسحت المواد المتفككة وعرضت ما تحتها من صخر صلب الى نفس العوامل التى تبدأ فعلها فيه من جديد وهلم جرا .

فالعوامل الجوية اذن هى عوامل للتعرية وفى الوقت نفسه فان المواد التى تكتسح تنقلها الرياح أو المياه الجارية كالسيول والأنهار الى حيث تلقى بها إما فى مهابط من الأرض أو فى البحيرات أو البحار وهناك ترسب فتتراكم طبقات فوق طبقات ومنها تتكون الصخور الراسبة المعروفة .

فما تقدم نرى أن العوامل الخارجية هى فى وقت واحد عوامل للتعرية والرسوب.

تغير درجات الحرارة

ترتفع درجة الحرارة نهاراً وتنخفض ليلا كما أن درجة الحرارة صيفاً هى أعلى كثيراً منها فى الشتاء . فالفرق بين درجات الحرارة فى الحالتين أكبر فى البلاد الجافة المناخ منه فى البلاد الرطبة وذلك لأن رطوبة الجو تقوم حاجزاً دون اشعاع الحرارة من الأرض واليها .

ففى القطر المصرى يبلغ متوسط الفرق بين أعلى درجات الحرارة نهاراً وأقلها ليلا فى الشتاء نحو ١٥ درجة بمقياس سنتيجراد وفى الصيف نحو ٣٠ درجة بهذا المقياس.

على أننا نعلم أن حرارة الجو ترصد دائما فى الظل وأن الفرق بين أعلى درجة حرارة النهار وأقلها فى الليل يكون كبيراً جداً فى الصخور المعرضة لاشعة الشمس . وقد دلت البحوث التى قامت بها مصلحة الطبيعيات فى هذا الصدد على ما يأتى :—

(١) ان أعلى درجة الحرارة التى يبلغها سطح الصخور فى أشد أيام القيظ تزيد بنحو ٣٠ درجة بمقياس سنتيجراد على أعلى درجة يبلغها الجو فى اليوم نفسه .

(٢) ان متوسط أعلى درجة الحرارة التى يبلغها سطح الصخور طول مدة الصيف هو ٦٨ درجة بمقياس سنتيجراد .

(٣) ان متوسط الفرق بين أعلى درجة الحرارة التى يبلغها سطح الصخور نهاراً وأقل درجة ينخفض اليها ليلا طول مدة الصيف هو ٥٠ درجة بمقياس سنتيجراد .

هـذا ولما كانت كل مادة تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة كان هـذا التغيير المستمر فى درجة حرارة الصخور ينتج عنه تمدد وانكماش وان كانا قليلين الا أن تواليهما المستمر لا بد أن يكون له أثر فى الصخور . ولما كانت الصخور على العموم من المواد التى لا تسمح بمرور الحرارة فيها بسهولة كان التأثير لا يتعدى القشرة السطحية من الصخر .

فاذا كان الصخر الواقع تحت تأثير اختلاف درجة الحرارة متناسقا أى مركبا من معدن واحد فان القشرة السطحية تنفصل عما تحتها وتتقشر حتى لتجد بعض الصخور الجيرية الصلبة والصخور الأخرى المماثلة لها تعلوها قشور منها منفصلة عن باقى الصخر.

وان كان الصخر غير متناسق أى مركبا من معادن مختلفة فقد تختلف درجة التمدد فى كل من هذه المعادن ويكون فى هذه الحالة أول أثر لاختلاف درجة الحرارة تفكك بلورات هذه المعادن بعضها عن بعض ثم تفتت كل منها .

والنتيجة فى جميع الأحوال أن الصخر الصلب يصبح وقد علته طبقة رقيقة منه مفتتة غير متماسكة عرضة لأن تكتسح بأى عامل من العوامل الأخرى وهذه أول درجة من درجات التعرية .

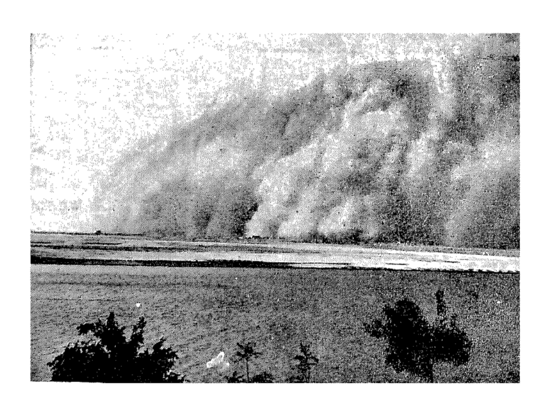
ويرى أثر هذه العوامل على أتمه فى الصحارى المصرية فترى صخور الجرانيت مثلا وقد تحول سطحها الخارجى الى مادة رخوة سائبة حتى اذا أريد اقتلاع كتلة من الجرانيت لأى عمل من الأعمال فلا بد من ازاحة طبقة سميكة قبل الوصول الى الصخر الصلب الذى يصلح للاستعمال .

الرياح

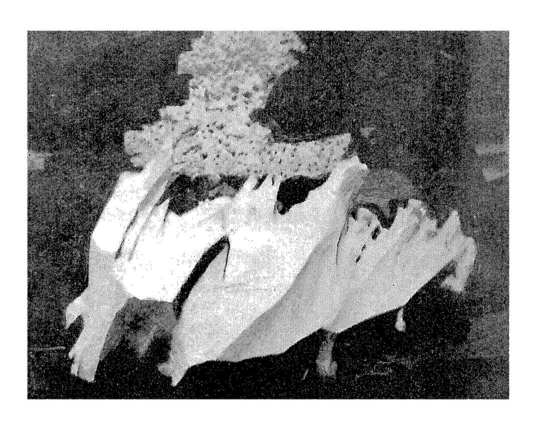
ذكرنا عند الكلام على الغلاف الجوى أنه مكون من غازات مختلفة وان تأثيرها فى الغلاف اليابس يرجع قبل كل شىء الى ميعها وسهولة حركتها . هذه الحركة هى فى الواقع نتيجة دورة الأرض وتغير درجة حرارة سطحها .

فالهواء اذا لامس صخرا مرتفع الحرارة يتمدد سريعا فيخف وزنا ويرتفع فيترك وراءه منطقة يقل ضغط الهواء فيها عما جاورها من المناطق . عند ذلك يفقد التوازن بين أجزاء الجو فيتدفق الهواء من المناطق ذات الضغط المرتفع الى تلك التى نقص فيها ذلك الضغط . ومن ثم تنشأ الرياح . وقد تكون الرياح ضعيفة فيكون أثرها قليلا على أن الرياح القوية تكتسح من سطح الأرض ما قد يقع فى طريقها من مواد رملية متفككة فتكسب بذلك سلاحا يجعلها من عوامل التعرية الفعالة . (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الخامسة) .

(اللوحة ٥)



(ا) « الهبوب » رياح محملة بالرمال يكثر هبوبها بالسودان



(ب) يوضح تأثير الرياح المحملة بالرمال على قطع من الصخور الجيرية
حيث تأكلت الاجزاء الرخوة وبقيت الاجزاء الصلبة بارزة

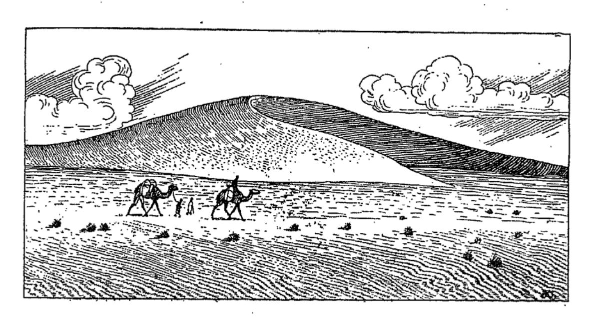
والرياح كعامل من عوامل التعرية هى أظهر أثرا فى البلاد الحارة الجافة منها فى البلاد الرطبة المعتدلة المناخ. ذلك لأنها فى هذه الأخيرة تغطى سطح الأرض عادة الحشائش والتربة الرطبة وهذه تحمى ما تحتها من الصخور وتحرم الرياح سلاحها الذى ذكرناه .

فاذا مرت الرياح المحملة بالرمال على سطوح الصخور فانها تبريها وتصقلها واذا كان الصخر غير متناسق بأن كانت به أجزاء أصلب من الأخرى فتأكل الريح فى الرخو أكثر مما تأكل فى الصلب فيبقى هذا بارزا . وفى المتحف الجيولوجى بالقاهرة مجموعة من الصخور بها عقد وحفريات تمتاز صلابة عن باقى الصخر فبقيت بارزة من تأثير الرياح (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الخامسة). ويرى هذا الأثر أيضا فى أبى الهول قرب أهرام الجيزة اذ أن الصخور التى نُحت فيها عبارة عن طبقات متتالية بعضها أصلب من الأخرى وهذه بقيت بارزة بينما الأخرى تآكلت بفعل الرياح لدرجة كبيرة . وقد تصادف أن رقبة الهيكل جاءت ضمن هذه الطبقات الرخوة فكان تآكلها سريعا وخيف على الرأس من السقوط فاضطرت مصلحة الآثار المصرية الى تدعيمها وتقويتها بطوق من الأحجار . مثل هذا الأثر يُرى فى الصخور بالصحارى (كما فى الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة السادسة) .

ومن الظواهر التى تشاهد كثيرا فى الصحارى وترجع الى فعل الرياح أن أغلب الحصى الملقى على سطح الصحراء هو على شكل أهرام مثلثة قد أطلقت عليها اللفظة الألمانية(Dreikanters) أى ذات الأضلاع الثلاثة . وذلك لأن الرياح يغلب هبوبها من اتجاه معين يختلف باختلاف المناطق فتقطع من الصخر فى هذا الاتجاه .

والرياح فى الوقت نفسه عامل من العوامل المؤدية للرسوب اذ بمجرد أن تصادف فى طريقها عقبة تؤدى الى ايقافها أو تقليل سرعتها فسرعان ماتلقى بحملها من الرمال والأتربة وهذه تتراكم على شكل كثبان أو فى سطوح منبسطة .

والكثيب (جمعه كثبان Sand dunes) تل من الرمل يختلف ارتفاعا من بضعة أقدام الى عشرات الأمتار مكوّن من رمال مستديرة الحبيبات. وقد يكون السبب فى تكوين الكثيب وجود حاجز أو مانع فى طريق الرياح كجبل أو تل أو شجرة أو بناء. وتكون الكثبان أما مستطيلة واستطالتها فى اتجاه هبوب الرياح (انظر الصورة الفتوغرافية رقم ب باللوحة الرابعة) أو هلالية الشكل وهى المعروفة بالبرخان (Barkhan) (أنظر الشكل رقم ٤٥)ذات انحدار بسيط فى اتجاه الريح



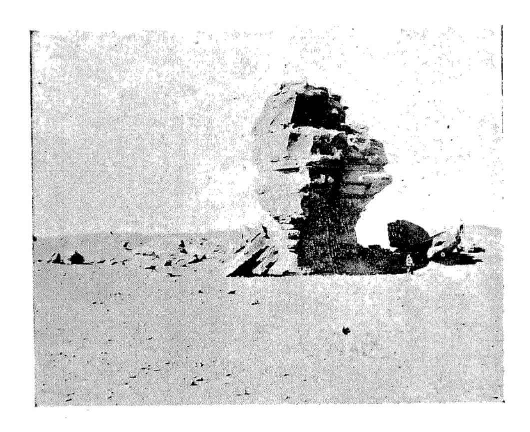
(شكل ٤٥) كثيب هلالى « برخان ». وفى الجزء الأمامى من الصورة ترى سطح الرمال مجعدا من تأثير الرياح .

مع انحدار أشدّ يبلغ ٣٠° من الأفقى فى الوجه الآخر .

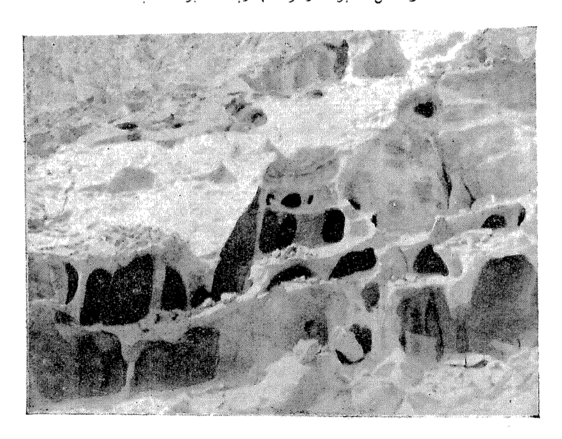
ويغلب فى سطوح الكثبان أن تكون مجعدة تجاعيد رقيقة تشبه التجاعيد التى تحدثها الأمواج فى رمال الشواطىء (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ا باللوحة الرابعة).

وتنتقل الكثبان من مكان لآخر بفعل الرياح وقد تكون سرعة الانتقال قليلة أو كثيرة على حسب قوة الرياح. وقد قيست هذه السرعة فى بلاد السويد على الكثبان الشاطئية فوجد أنها تختلف من ٢٤ قدما الى ١٥ قدما فى العام. وكيفية

(اللوحة ٦)

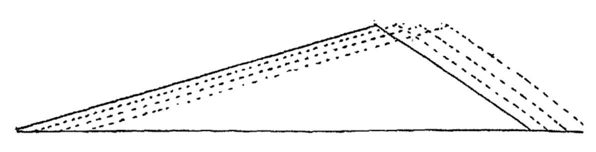


(ا) « قصور البنات » صخرة على الطريق بين قنا والقصير . يوضح تأثير الرياح على الصخور الرملية وتآكل الاجزاء الرخوة منها وبقاء الاجزاء الصلبة



(ب) ثقوب فى الصخور الرملية من تأثير الرياح المحملة بالرمال — رأس الدب بالصحراء الشرقية قرب خليج السويس

انتقالها أن تنتزع الرياح الطبقة العليا من الرمال وتقذف بها الى الجانب المقابل كما فى الرسم رقم ٤٦ .



(شكل ٤٦) قطاع يوضح كيفية انتقال الكثبان

ولهجرة الكثبان أثر في حياة الانسان فى الواحات وعلى حافة الصحارى اذ قد تعدو على المزارع فتغمرها . وقد كشفت في بعض الصحارى الاسيوية بلاد كانت مزدهرة فى عصور غابرة وقد غمرتها كثبان الرمال فترى أطلالها الآن وقد عفت مدنيتها وهجرها أهلها .

وقد يوقف سير الكثبان ماينمو على سطحها من عشب وحشائش تحدث شيئاً من التماسك فى سطوحها الرملية . وكثبان الرمال من أهم ظواهر الصحارى الا انها توجد أيضاً على الشواطىء حتى فى البلاد غير الصحراوية كما فى شواطىء البلجيك والسويد والمانيا الشمالية .

وفى القطر المصرى تكثر كثبان الرمال فى الصحراء الغربية حيث تمتد فى خطوط مستطيلة تعيق سير القوافل فتتعذر فيها السياحة والاستكشاف. كذلك تكثر الكثبان فى شمال الصحراء الشرقية بين طريق السويس وترعة الاسماعيلية وتمتد على مساحة واسعة فى الجزء الشمالى من شبه جزيرة سينا .

وعلى طول شاطىء البحر الأبيض المتوسط غرب الأسكندرية توجد كثبان من رمال بيضاء هى عبارة عن قطع مفتتة من محارات بحرية قذفت بها الأمواج فتناولتها الرياح الشاطئية وكومتها .

المطر (Rain)

تتبخر مياه المحيطات والبحار والبحيرات والمستنقعات وجميع المناطق الرطبة فيصعد بخارها الى الجو ويختلط بالهواء • ويختلف مقدار مايتصاعد من هذا البخار الى الجو باختلاف حرارة الجو نفسه. ورطوبة الجو هى النسبة المئوية بين ما يحتويه من بخار الماء

وما يمكنه أن يحتويه لوكان مشبعا به على حرارة معينة فان كانت هذه النسبة ٥٠ أو أقل سمى الجو جافا وان زادت على ٨٠ سمى رطبا .

والهواء الرطب اذا خفضت حرارته بتمدده أو بملامسته لأشياء أبرد منه أو باختلاطه بهواء آخر أبرد منه تحولت الأبخرة التى يحملها الى ضباب أو سحاب ومن هذه تهطل الامطار .

ويختلف مقدار ما ينزل من الأمطار الى سطح الأرض اختلافا كبيرا من بقعة لأخرى. ولا يمكن اعتبار أى بقعة ما من الأرض عديمة الأمطار بتاتا على أنه فى الصحارى وهى التى تكون نحو ٢٠ ./· من مجموع سطح اليابس يقل مجموع ما ينزل من الأمطار فى العام عن ٢٠ سنتيمترا بينما ٥٠ ./· من مجموع سطح اليابسة لا تنزل عليه من الأمطار أكثر من ٥٠ سنتيمترا فى العام . وأمثال هذه الجهات لا يمكن زراعتها الا بطرق الرى المختلفة . والباقى من سطح اليابسة ينزل عليه من الأمطار ما يزيد على ذلك . وقد يبلغ فى بعض المناطق الاستوائية مقدار ما ينزل من الأمطار فى العام ٢٠٠ سنتيمتر أو يزيد .

ولا بد لنزول الأمطار بكثرة فى مكان ما من توافر جميع العوامل الآتية : —

(أولا) أن يكون على مقربة منها سطح كبير من الماء عرضة للبخر كالبحار مثلا .

(ثانياً) أن تهب عليها رياح قد مرت قبل ذلك على سطح الماء المذكور .

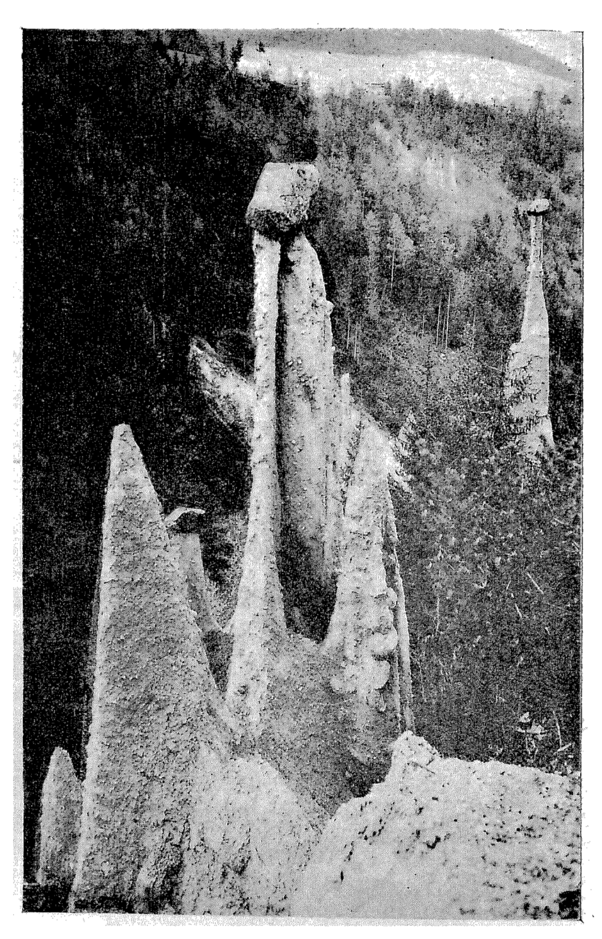
(ثالثا) وجود عامل يؤدى الى تبريد هذه الرياح ورسوب الأبخرة منها كالجبال أو تيارات هوائية .

ويكثر هطول الأمطار فى المناطق الاستوائية ويقل تدريجا نحو القطبين . كما أنه على الشواطىء أكثر مما هو فى داخل القارات . ويزيد فى المناطق الجبلية مع الارتفاع حتى منسوب معين يختلف باختلاف المناطق ثم يقل بعد ذلك فيما فوق هذا المنسوب . وفى هذه المناطق الجبلية يكون المطر أكثر فى الجانب المقابل للريح مما هو فى الجانب الآخر .

أما المناطق الصحراوية فيرجع جفافها الى أن الرياح التى تهب عليها تمر قبل ذلك فوق مسطحات واسعة من الأرض تسلبها رطوبتها قبل وصولها اليها .

فمما تقدم نرى أن مقدار ما ينزل من المطر على وجه الأرض يختلف من مكان لآخر . فاذا كان المطر عاملا من عوامل التأثير فى وجه الارض اليابسة فان قوة هذا العامل تختلف من مكان لمكان .

(اللوحة ٧)



أعمدة طبيعية تنتج من تأثير الامطار على رواسب من الرمل والحصى والجلاميد . فيحمي كل جلمود ما تحته مع تأكل الاجزاء الاخرى — بلاد التيرول الايطالية

تنزل مياه الأمطار على سطح الأرض فيتحول بعضها مرة أخرى الى بخار يتصاعد ثانية الى الهواء . والبعض يغور فى ثقوب الصخور وشقوقها ويقوم بدور هام من التأثير فى القشرة اليابسة وسيأتى الكلام عليها . أما الجزء الثالث فيسيل على السطح ويقوم بدور هام كعامل من العوامل المؤثرة فى وجه الأرض .

وقد قدر مجموع ما يهطل على وجه الأرض من أمطار بنحو ٢٩٠٠٠ ميل مكعب يسيل منها على السطح نحو ٦٥٠٠ ميل مكعب وهو مقدار عظيم جدا لا شك أن له أثرا محسوسا فى تغيير سطح اليابسة .

<u>المطر كعامل من عوامل التعرية</u> — تؤثر مياه الأمطار فى سطح الأرض بطريقتين الأولى ميكانيكية والثانية كيميائية. أما الأثر الميكانيكى فيرجع الى أن المطر خصوصا اذا كان مصحوبا برياح شديدة يصطدم مع الصخور فاذا كانت مفككة أحدث انزلاقا فى جزيئاتها فتهبط من أعالى الجبال والتلال الى أسفلها . وقد قدمنا أن من أثر اختلاف درجات الحرارة ومن الصقيع أن تعلو أغلب الصخور طبقة رقيقة من مادة مفككة فهذه المادة تكتسحها الأمطار فتعرى سطحا جديدا تحتها يصبح بعد ذلك عرضة لعوامل التعرية الأخرى .

ويلاحظ فى بعض البلاد الكثيرة الأمطار والتى تغطيها طبقة سميكة من صخر مكوّن من موادمتفاوتة فى الصلابة أن تتكون فيها من تأثير الأمطاروالرياح أعمدة طبيعية تحمى قممها جلاميد من صخر شديد الصلابة تحمى ماتحتها مباشرة من التآكل حتى اذا ضعف العمود عن حمل الكتلة التى تحميه باستمرار التآكل سقطت هذه وتناول التآكل العمود ثانية حتى يصل الى كتلة أخرى تحميه وهلم جرا (انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة السابعة) .

ويظهر أثرالمطر بوضوح أكثر فى البلاد الصحراوية الجافة منه فى البلاد الرطبة رغم أن هطول المطر أكثر فى الثانية منه فى الأولى. وذلك لأن البلاد الرطبة تغطى سطحها غالبا الحشائش والأشجار وهذه بماتبعثه من جذور بين جزيئات الصخر تجعل

السطح أكثر تماسكا وأقوى على مقاومة فعل المطر فيه . كذلك تعمل الحشائش كأنها اسفنجة تمتص مياه الأمطار وتعوق سيلها الشديد عن أن يكتسح ما تحتها من صخور .

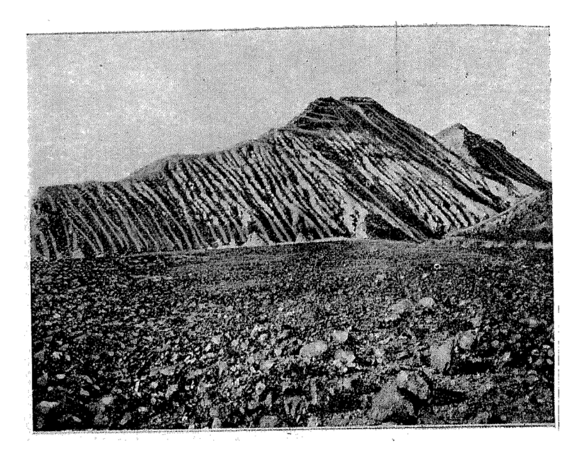
أما فى البلاد الجافة حيث السطح مغطى بمواد صخرية متفككة فان فعل الأمطار القليلة التى تهطل عليها مما لا يستهان به . وأمثلة ذلك فى الصحارى المصرية كثيرة أكثرها وضوحا ما يسمونه (Bad-lands) وهى الأراضى الطينية الطباشيرية التى تقسمها مياه الأمطار والسيول الى أخاديد متوازية تفصلها جروف حادة قليلة الارتفاع (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الثامنة) .

أما الطريقة الكيميائية التى تؤثر بها مياه الأمطار فى الصخور المكونة لسطح اليابسة فمرجعها الى أن المطر يذيب فى نزوله من الهواء بعض الغازات المكونة له ومنها الاوكسيجين وثانى أوكسيد الكربون. ومع أن المقدار الذى يذيبه ماء المطر ضئيل فانه يكسبه قوة عظيمة فى التأثير فى الصخور . فالأوكسيجين يتحد مع مواد معدنية مختلفه ويحولها الى اكاسيد بينما ثانى أكسيد الكربون الموجود فى ماء المطر يجعله حامضا ضعيفا يؤثر فى الكربونات كالحجر الجيرى فيذيبه ومن ثم تنشأ العيون المعدنية الجيرية. ومثل هذا الأثر فى كثير من المعادن والصخور الأخرى . مثال ذلك الفلسپار فأنه يتحول من تأثير مياه الأمطار الى الطينة الصينية (الكاولين) وينتج عن ذلك تفتت الجرانيت بتحلل بعض المعادن المكونة له وهكذا الحال فى كثير من الصخور الأخرى .

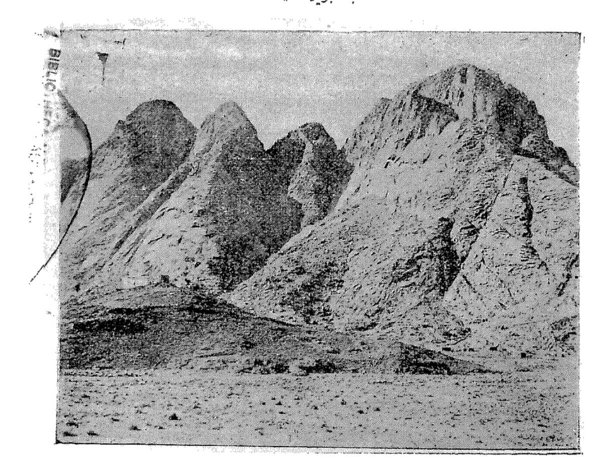
المياه الغائره فى الأرض (Underground Water)

قدمنا أن جزءا من مياه المطر يغور فى باطن الأرض متخللا الشقوق والفجوات فى الصخور ذات المسام (pervious rocks) .ومع أن بعض هذا الماء يعود الى السطح ثانية بالجاذبية الشعرية (capillary action) وبما تمتصه جذور النباتات الا أن جزءا

(اللوحة ٨)



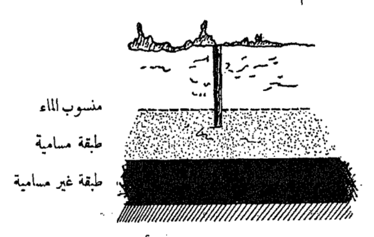
(ا) تأثير الامطار فى الصخور الطباشيرية والطينية حيث تنحر اخاديد متوازية (Bad-Lands) .
شبه جزيرة سينا



(ب) تأثير عوامل التعرية فى صخر الجرانيت . جبل الصفصافة جنوب سينا .

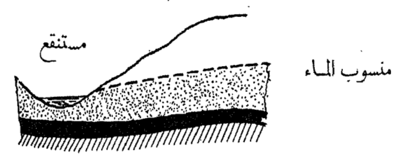
عظيما منها يبقى فى الأرض و يتغلغل فى باطنها فيقوم بدور هام فى التأثير فى القشرة الأرضية اليابسة .

ويقف المـاء تحت سطح الأرض على منسوب معين يعبرون عنه بمنسوب مياه تحت الأرضية (Underground Water-table) . وهو مايعبر عنه فى بعض الجهات بلفظة « الخاخ ». وهذا يختلف عمقا فيـكون قريبا من السطح فى المناطق الرطبة الـكثيرة الأمطار وعلى مقربة من البحار والأنهار . و يكون بعيدا عن السطح فى المنـاطق الجافة . وما الآبار التى نحفرها للحصول على المـاء الا حفر تبلغ هـذا المنسوب كما فى الشكل رقم ٤٧ .



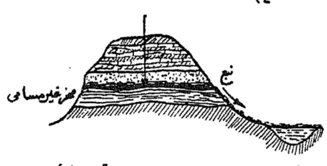
(شكل ٤٧) قطاع يوضح وجود مياه تحت الأرضية فى الطبقات المسامية ومنها تستمد الآبار مياهها .

وفى الأراضى المنبسطة كأراضى الدلتا ووادى النيل مثلا يكون منسوب المـاء على عمق معين. أما اذا اختلف سطح الأرض الى مرتفعات ومنخفضات فقد يتقاطع منسوب الماء مع سطح الأرض فيصير جزء من السطح تحت منسوب الماء الداخلى ومن ذلك تنشأ المستنقعات كما فى الشكل رقم ٤٨ .



(شكل ٤٨)قطاع يمثل تقاطع منسوب الماء الأرضى بسطح الأرض وتكوين المستنقعات

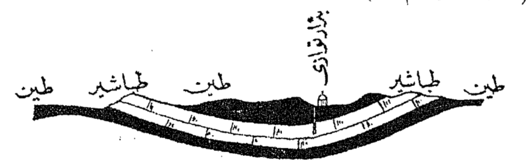
فاذا كان ظهور الماء على السطح بقوة تسمح بسيولته لانحدار السطح فان الماء ينبع فى عين (Spring) كما فى الشكل رقم ٤٩.



(شكل ٤٩) نطاع يمثل ظهور مياه تحت الأرضية على السطح فى العيون

ويختلف مقدار ما يتخلل الصخر من الماء باختلاف مساميته فالصخور الرملية مثلا كثيرة المسام فقد يبلغ ماتحتويه من المياه ٣٠ فى المائة من حجمها بينما الصخور الطينية صغيرة الحبيبات مندمج بعضها فى بعض بحيث لاتترك بينها مكانا للمياه وهى لذلك لاتحوى من المياه الا قليلا (impervious) .

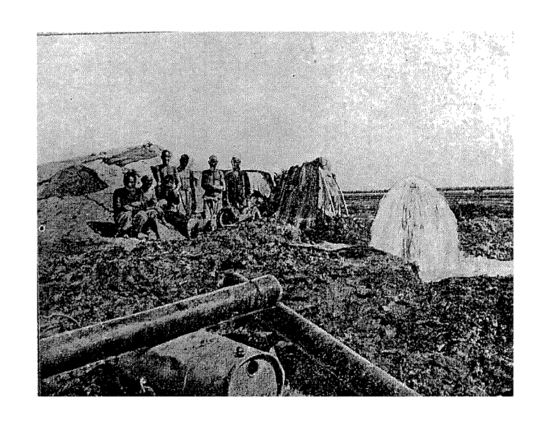
والمياه التى فى باطن الارض هى فى حركة مستديمة من أعلى الى أسفل بحكم الجاذبية الأرضية. على أنه يتحكم فى هذا الاتجاه ماقد يعترض سيرها من الطبقات العديمة المسام أو الشقوق التى فى الصخور. فاذا تغلغلت المياه فى صخور ذات مسام ثم اعترضتها طبقة لا مسام بها اضطرت أن تتبع فى انحدارها سطح هذه الطبقة الأخيرة وقد يؤدى بها ذلك الى الظهور على السطح مرة اخرى فى عيون كما قدمنا . وقد تكون الطبقة ذات المسام منثنية انثناء مقعرا بين طبقتين عديمتى المسام فتنحبس المياه فى الطبقة الوسطى حتى اذا حفرت لها بئر فى وسط التقعير صعدت الى السطح لتعادل منسوب الماء الأعلى فى هذه الطبقة . وهذا ما يسمونه الآبار الارتوازية (Artesian wells) (انظر الشكل رقم ٥٠) .



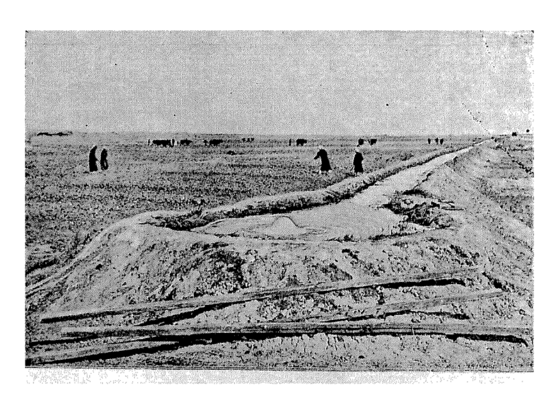
(شكل ٥٠) قطاع يبين طبقات الصخور تحت مدينة لندن ويوضح كيفية حصولها على المياه من الآبار الارتوازية .

وليس فى القطر المصرى من الآبار ما ينطبق عليه التعريف العلمى الصحيح للآبار الارتوازية . بل كل ما فى وادى النيل والدلتا من الآبار هى آبار عادية تحصل

(اللوحة ٩)

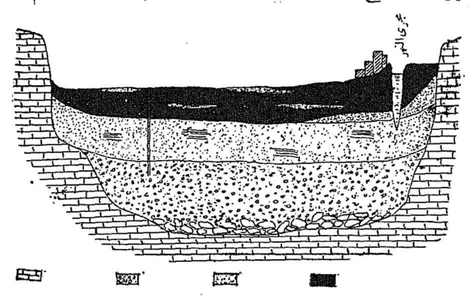


(ا) بئر من آبار الواحات الخارجة تتفجر منه المياه بقوة كبيرة .



(ب) عين من عيون الماء بالواحات الخارجة تصب مياهها فى قناة توزعها على الحقول .

على مابها من ماء من طبقات رملية تلى التربة الزراعية ومتصلة اتصالا مباشرا بمجرى نهر النيل الذى ترشح مياهه الى هذه الطبقات الرملية (انظر الشكل رقم ٥١).



(شكل ٥١) قطاع تفريبي لوادى النيل قرب بنى سويف يوضح ان الوادى عبارة عن قناة فى الصخور الجيرية تملأها رواسب من الحصى ثم الرمل ثم الغرين

أما واحات الصحراء الغربية المعروفة كالخارجة والداخلة والبحرية فهذه يرجع خصبها فى وسط هذه الصحراء الجدبة الى وجود عيون متفجرة وآبار أقرب ما تكون للآبار الارتوازية الصحيحة. (انظر الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة التاسعة).

إذ أن المياه فيها تنبع من طبقة حجرية رملية تغطيها طبقات طينية وتمتد من أعالى السودان حيث تنزل عليها الامطار الغزيرة فتتخللها وتنحدر تبعاً لميل هذه الطبقات ثم تظهر ثانية على السطح فى الآبار التى تحفر بهذه الواحات التى يقل منسوبها كثيراً عن منسوب الطبقات الحجرية الرملية بالسودان.

وقد تبلغ المياه فى بعض الأحيان عمقاً كبيراً فى باطن الأرض فتكتسب من ذلك حرارة عظيمة حتى إذا اعترضها شق من الشقوق أو أى سبب آخر يؤدى اصعودها الى السطح ثانية فانها تخرج فى عيون شديدة الحرارة وهى العيون الحارة (Hot-springs). ومثل هذه العيون معروف بالقطر المصرى خصوصاً على شواطىء خليج السويس. وأحسن أمثلتها عيون حمام فرعون على شاطىء شبه جزيرة سينا

حيث تبلغ درجة حرارة الماء المنبعث منها نحو ٧٠ درجة بمقياس سنتيجراد .

أما الأثر لهذه المياه المتغلغلة فى القشرة الأرضيــة فيرجع قبل كل شيء الى أن هذه المياه بحكم ما تكتسبه من غازات الهواء وخصوصاً ثانى أوكسيد الكربون أقوى على إذابة بعض المواد المعدنية من المياه العادية . فاذا تخللت هذه المياه صخوراً جيرية مثلا أذابت منها مقداراً كبيراً من كربونات الكلسيوم حتى اذا عادت للظهور على السطح فى عيون كانت هذه العيون جيرية وترسب منها المواد الجيرية قرب فوهة العين (Travertine) .

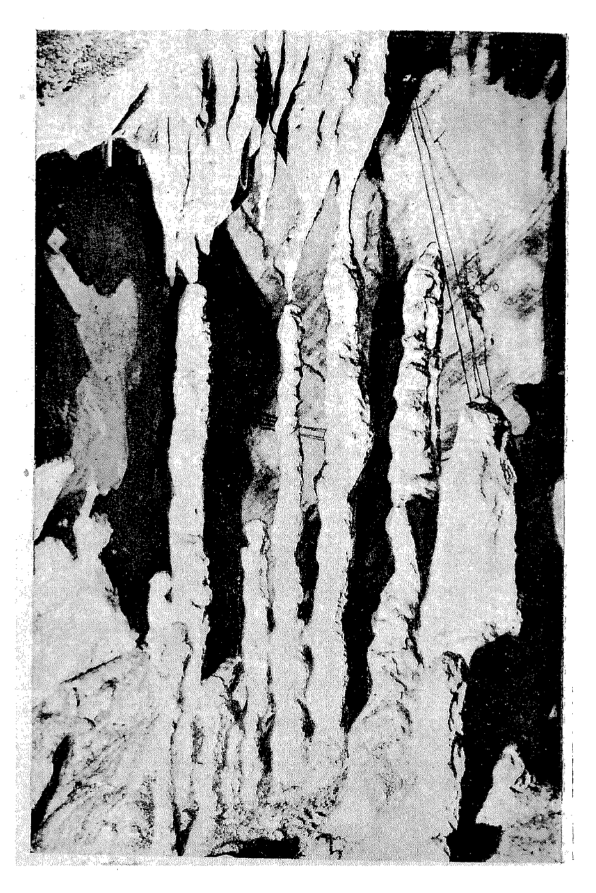
وهناك من هذا النوع من العيون ما يكون غنياً بالمادة الجيرية حتى لترسب هذه على أى مادة توضع تحت تأثيرها (Calcareous Springs) .

واذا كان مرور المياه فى طبقات تحتوى مركبات الحديد أو الكبريت مثلا كانت العيون حديدية أو كبريتية وهلم جرا . والعيون الساخنة تكون مياهها عادة معدنية أكثر من غيرها إذ أن الماء الساخن أقدر من المياه الباردة على إذابة المواد المعدنية من الصخور . ولذلك فأغلب العيون الساخنة إما كبريتية (كعيون مياه حلوان وحمام فرعون) أو سيليسية أو بها أملاح الكلورور أو المجنيزيوم .

وقد تقطع المياه لنفسها فى باطن الأرض مجارى مستترة وقد تبلغ هذه المجارى حجما كبيرا بحيث تتسرب اليها مياه الأنهار فتجف وديانها السطحية . كما هو الحال فى بعض الأنهار بالمناطق المكونة من الصخور الجيرية فى شمال انكلترا حيث يختفى النهر تحت الأرض مسافات يعود بعدها للجريان على السطح مبتدئا من عيون فى نقطة أخرى فى أسفل الوادى وهلم جرا .

ومن أثر هذه المياه الباطنية تكوين الكهوف (Caves & Grottos) التى تكثر فى طبقات الصخور الجيرية حيث تذيبها المياه الباطنية . وقد تبلغ أحياناً حجما كبيراً . واذا تسربت مياه جيرية أخرى الى هذه الكهوف فقد تؤدى أحياناً الى تكوين العمدان الرفيعة الرشيقة المعروفة باسم استالاكتيت

(اللوحة ١٠)



« الاستلاكيت والاستلاجميت » بكهف الذئب قرب مدينة لورد بجنوب فرنسا

واستالاجميت السابق ذكرها . ذلك لأن كل نقطة من الماء المشبّع بالمادة الجيرية تدخل الى سقف الكهف تبقى معلقة هنيهة على ذلك السقف فتفقد جزءا مما تحويه من غاز ثاني أوكسيد الكربون. فيرسب منها بعض ما تحمله من كربونات الجير مكان النقطة . فاذا تعددت النقط المائية الواحدة تلو الأخرى أدت الى بناء عمود رقيق من المادة الجيرية المتبلورة (الاستالاكتيت) تشبهما يسيل على جوانب الشمعة وقت اضائتها. على أن نقط الماء بعد أن فقدت جزءا مما كانت تحمله من المادة الجيرية كما بيّنا تسقط الى أرض الكهف تحت نقطة دخولها وهناك تبخر وتترك ما احتفظت به من كربونات الكلسيوم حيث يتكون عمود آخر مقابل الأول (الاستالاجميت) . وقد يتقابل العمودان و يشتبكان (انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة العاشرة) .

وللمياه الباطنية تأثير فى باقى الصخور بفضل تحلل المواد المعدنية من فعل هذه المياه . ففى الصخور النارية مثلا تتأثر معادن الفلسپار فتتحول الى مواد طينية (كاولين).و بالاختصار فان هذه المياه بتخللها طبقات الأرض العليا تؤدى بعض ما تؤديه العوامل الجوّية السطحية. فهى اذن عامل من العوامل المؤثرة فى القشرة اليابسة .

المياه الجارية على السطح

السيول (Torrents)

نسمع بعد هطول مطر غزير فى مصر أن السيول قد انحدرت من حافة الصحراء الى البلاد العامرة وأنها قد قطعت الطرق والسكك الحديدية فعطلت المواصلات وأحدثت اتلافا كبيرا . وكم رأينا منطقة العباسية و بعض أجزاء القاهرة الشرقية وقد غمرتها هذه السيول فامتلأت بالمياه أزقتها وشوارعها بل وأدوار منازلها السفلى. وفى (الصورة

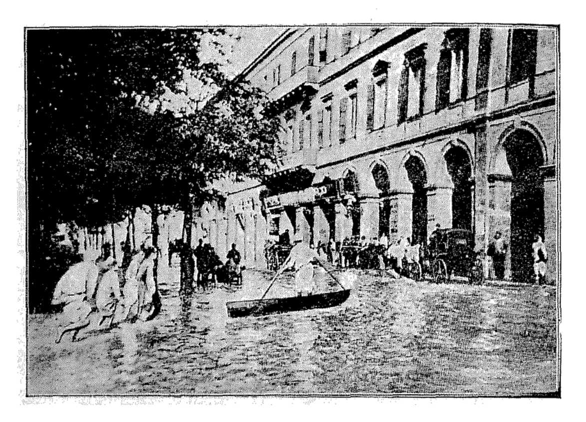
رقم ا باللوحة الحادية عشرة) ترى أحد شوارع القاهرة وقد غمرته مياه المطر فاستحال قناة يستعملون فيه الفلك الصغيرة .

ولو أتيحت لنا فرصة الوجود بالصحراء على مقربة من وادى النيل عند نزول مثل هذه الامطار لرأينا كيف تتكون هذه السيول الجارفة من نقط المطر الصغيرة. فعند نزول أول المطر يهبط على سطح جاف خاوية مسام صخوره فتبتلعه هذه حتى اذا امتلأت به وتبلل سطح الأرض ابتدأت نقط المطر تجتمع فى خيوط رفيعة من الماء تنحدر رويدا رويدا من أعلى التلال الى أسفلها. فترى الأرض قد غطتها شبكة من هذه الخيوط الفضية تشتبك كل واحدة منها بأخرى وتنتهى كل مجموعة منها الى مجرى صغير تنحره. وهذه المجارى تنحدر لتتصل بأخرى مثلها وهكذا دواليك حتى تنتهى الى خور تلتقى فيه جميعاً فيتكون منها سيل يكبر كلما هبطنا مع الخور حتى يصير سيلا جارفا يتزايد حجما وسرعة الى أن ينتهى الى وادى النيل نفسه حيث ينتشر فوق ما تحده من سهول . كما فى (الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الحادية عشرة) .

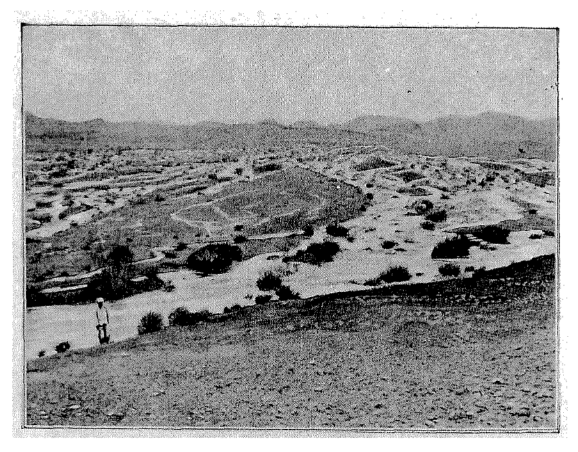
فالسيول ما هى الا أنهار وقتية تظهر عقب الأمطار الشديدة وتجف فيما بين ذلك . وتوجد أمثال هذه الخيران التى قد نحرتها السيول على جانبى وادى النيل وفى الصحارى المصرية فاذا ما هطلت الأمطار امتلأت بمياه السيول وقد تحدث أضراراً كبيرة كما قدمنا .

واذا أخذنا كوبا من مياه هذه السيول وهى تجرى فى خيرانها وجدناها عكرة غير صافية. فاذا تركت قليلا رأينا قاع الكوب وقد تغطى بطبقة رقيقة من الرمل. على أن الماء لا يروق تماما حتى يمكث بالكوب وقتا يسمح بأن يرسب من الماء ما علق به من مادة طينية دقيقة !! فمياه السيول اذن تقوم بدور هام فى عملية التعرية اذ تكتسح من جوانب وبطون خيرانها ما تقوى على حمله من طين ورمال

(اللوحة ١١)



(ا) منظر أحد شوارع القاهرة وقد غمرته مياه السيول بعد أمطار شديدة .



(ب) منظر سيل جارف بشبه جزيرة سينا بعد مطر شديد .

وقد تجرف أمامها غير ذلك جلاميد كبيرة من الصخر مما يجعل على بطون خيرانها اكواما غير منتظمة من جلاميد وحصى ورمال تعوق السير عليها لحد كبير . (أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ا باللوحة الثانية عشرة).

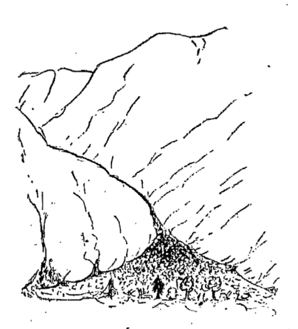
وهذه المواد هى الآلات التى تمكن السيول من نحر خيرانها وتعميقها وذلك لأنها فى سيرها ترتطم بباطن الخور وجانبيه وتحتك بها فتبريها .وقد يكون ما يقوم به السيل الواحد فى كل مرة قليلا الا أن تكرار هذه العملية فى مئات بل آلاف السنين كفيل بأن يجعل لهـا أثراً محسوساً . وقد يبدأ الخور كشق ضيق بين الصخور فيصبح بفضل هـذه السيول وما تحمله من مواد هوة سحيقة بين حائطين عظيمين . (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثانية عشرة) .

ومع أن القطر المصرى من البلاد القليلة الأمطار فان تأثير فعل المطر والسيول يظهر واضحاً فى الصحارى لأن سطح الأرض فيهـا عار لا تغطيه من الأعشاب والأشجار ما يكسب صخوره تماسكا يمكنها من المقاومة.أما فى البلاد المطرة كالمناطق الجبلية بأوروبا وغيرها فقد شوهد أن الأجزاء التى تغطيها الغابات لا تتأثر بفعل الأمطار بالدرجة التى تتأثر بها المناطق الصخرية العارية .

وقد لوحظ أن المناطق التى قطعت غاباتها فتركت عارية قد تمكنت الأمطار من اكتساح طبقة التربة التى كانت تكسوها وأصبحت لذلك جرداء واضطر أن يهجرها ساكنوها.وقد أدى ذلك فى فرنسا وغيرها الى سن القوانين التى تحتم على من يقدم على قطع أشجار غابة ما أن يزرع مكانها أشجارا أخرى تفاديا لهذا الخطر الجسيم .

هذا واذا كانت السيول تكتسح أمامها من الصخور ما يمكنها اقتلاعه وحمله فهى فى الوقت نفسه تحملها لتلقى بهـا على سطوح السهول التى تنتشر فوقها بعـد خروجها من خيرانها. ذلك لأن مياه السيول التى تنحدر بقوة فى الخيران اذا وصلت الى السهل المنبسط فقدت قوتها وانتشرت فوقه فلا تقوى على حمل ما اكتسحته من

مواد فتلقى بهـا على شـكل نصف دائرة مركزها فوهة الخور .وهذا ما يسمونه مخروط السيول Alluvial) Cone) أو الدالات الجافـــة (Dry deltas) حيث ترسـب الجلاميد والحصى الغليظ قرب فوهة الخور ومن ثم يتناقص الحصى حجما فينتهى برمال ومواد طينية عند حافة المخروط (انظر الشكل رقم ٥٢) .



(شكل ٥٢) «دال جاف».أو ما تلقيه مياه السيول عند خروجها من وديان ضيقة الى سهول متسعة.

الأنهار والوديان (Rivers & Valleys)

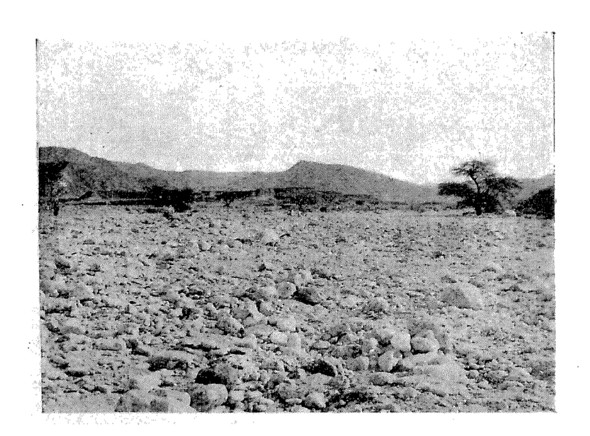
تختلف الأنهار عن السيول فى أنها مجارى مياه مستديمة لاتنقطع. وذلك لأن رؤوسها فى مناطق كثيرة الأمطار أو تغطيهـا الثلوج ولأنهاتعتمد عدا ذلك على ما يصب فيها من مياه العيون أو البحيرات .

ويغلب فى مجرى النهر أن يكون كبير الانحدار فى الجزء الأعلى منه القريب من رأسه أى فى الجبال التى يبدأ فيها .وأن يـكون قليل الانحدار فى الجزء الأسفل منه أى الذى يقطع السهول التى تفصل الجبال من البحر الذى يصب فيه .

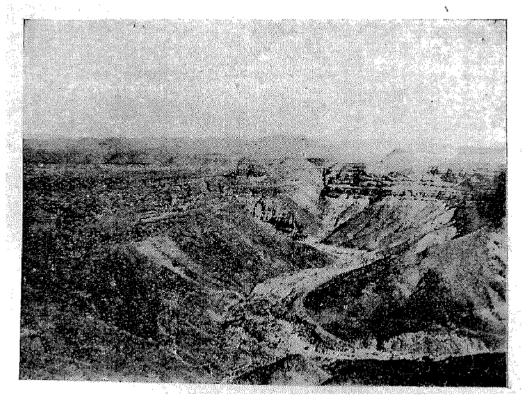
وقد تختلف عن ذلك بعض الأنهـار حيث الجبال على حافة البحر مباشرة أو حيث تنبع الأنهار فى سهول أو هضاب منبسطة.

والدور الذى تلعبه الأنهار فى التأثير فى وجه اليابسة مزدوج . فبينما هى تعمل على هدم الجبال العليا وازالتهـا فانها من ناحية أخرى تنقل ما تـكسره من المـواد الى السهول والبحار فتلقى بهـا اليها لترفع مستواها . فهى كباقى العوامل الخارجية المؤثرة فى القشرة اليابسة تعمل على تسوية سطحها وازالة البروز منها .

(اللوحة ١٢)



(ا) جلاميد وحصى مصقولة مما تكتسحه السيول بأحد الوديان بشبه جزيرة سينا



(ب) واد عميق وعر الجانبين « كانيون » نحرته مياه السيول فى الصخور الجيرية
بهضبة التيه بشبه جزيرة سينا

ففى الجزء الأعلى من النهر يكون التيار قويا سريعا وله قدرة على حمل ما ينزلق اليه من جلاميد الصخور والحصى والرمال وهذه كلها تمكنه من نحر واديه .

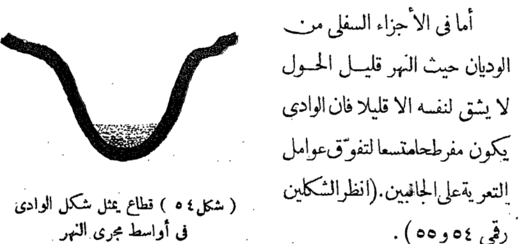
ولقد شبّه بعضهم النهر فى هذا الجزء منه بمبرد عظيم أسنانه ما يعلق بمائه من الجلاميد والحصى ينحت باستمرار فى باطن الوادى وعلى جانبيه .

وتختلف قوة الأنهار فى هذا الصدد باختلاف نوع وحجم ومقدار المواد التى تحملها وهذا من ناحية أخرى يعتمد على نوع الصخور المكونة لجانبى الوادى وعلى حجم النهر وسرعة تياره . فاذا كانت الصخور التى يحملها صلبة كبيرة وكان النهر غزير المياه سريع الانحدار كانت قوة اصطدام هذه الأحجار بباطن الوادى وبجانبيه كبيرة والعكس بالعكس .

ويختلف الأثر الذى يحدثه النهر فى واديه باختلاف الصخور المكونة للوادى نفسه . فبينما الصخور الرخوة تقع فريسة سهلة لعوامل الهدم المذكورة اذا بالصخور الصلبة تقاوم فلا تتآكل الا قليلا ومن هذا ينشأ عدم الانسجام فى شكل الوديان لاختراقها لأنواع مختلفة من الصخور .

ويختلف شكل الوادى كذلك على حسب قوة النهر نفسه ونسبة ذلك الى عوامل التعرية الأخرى وتأثيرها على جانبى الوادى . فالأنهار فى بدء نشأتها كما فى أعالى مجاريها تكون وديانها عميقة ضيقة على شكل (٧). ذلك لأن قوة النهر على النحر أكبر من قوة عوامل التعرية الأخرى على الجانبين . (انظر الشكل رقم ٥٣) .

(شكل ٥٣) قطاع يمثل شكل الوادى فى أعلى مجارى الأنهار .



(شكل ٥٤) قطاع يمثل شكل الوادى فى أواسط مجرى النهر

أما فى الأجزاء السفلى من الوديان حيث النهر قليل الحول لا يشق لنفسه الا قليلا فان الوادي يكون مفرطحا متسعا لتفوق عوامل التعرية على الجانبين. (انظر الشكلين رقمى ٥٤ و ٥٥) .

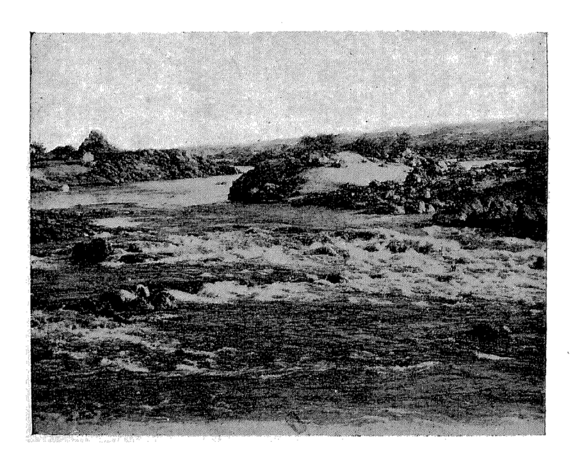
وهناك وديان غير عادية الشكل كالخيران العميقة المعروفة بالكانيون (Canyon) وهى خاصة بالمناطق الجافة المكونة من طبقات صخرية أفقية لا تتأثر بعوامل التعرية الأخرى الا قليلا بينما النهر ينحر واديه بنشاط محسوس .

(شكل ٥٥) قطاع يمثل شكل الوادى فى مجارى الأنهار السفلى

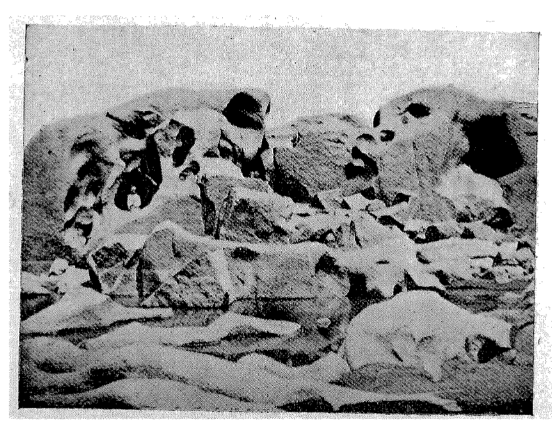
وخير الأمثلة على هذا النوع الكانيون المعروف فى مقاطعة أريزونا (Arizôna) بالولايات المتحدة الذى يبلغ طوله نحو ٢٠٠ ميل وعمقه من ٣٠٠٠ الى ٥٠٠٠ قدم وعرضه عشرة أميال وهو يخترق صحراء مكونة من هضبة صخرية جيرية أفقية . وفى بعض الصحارى المصرية المكون سطحها من طبقات من الصخور الجيرية قد نحرت مياه السيول المتتابعة منذ القدم وديانا عميقة ضيقة أشبه ما تكون بالكانيون بحجم صغير (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثانية عشرة) .

وتلتوى الوديان لوجود اختلاف بين صلابة الصخور التى يخترقها النهر . وقد يكون هذا الالتواء بسيطا فى أول الأمر الا أنه يتضاعف من تأثير ازدياد قوة الماء على النحر فى الجزء المقعر فيزيد تقعيرا بينما الجزء المحدب تقل فيه سرعة الماء فترسب عليه المواد فتزيد فى تحديبه (انظر الشكل رقم ٥٦) .

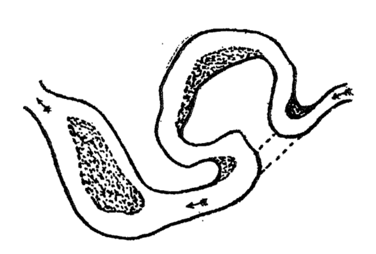
(اللوحة ١٣)



(ا) منظر شلالات أسوان الناتجة من مقاومة الصخور الجرانيتية الصلبة لفعل مياه النهر



(ب) حفر مستديرة (Pot-holes) فى الصخور الجرانيتية بشلالات اسوان ناتجة من فعل المياه فى باطن الوادى



(شكل ٥٦) التواء النهر فى مجراه الأسفل

وقد تلاحظ هذه الالتواءات (Meanders) بوجه خاص فى الجزء الأسفل من الوادى حيث النهــر ضعيف وعرضة لأن ينحرف عن طريقــه الأصلى لأقل عائق يعوقه .

الشلالات ومساقط المياه (Cataracts & Waterfalls)

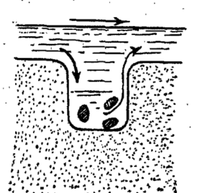
ومن الظواهر فى بعض الوديان ويرجــع أصلهــا الى اختلاف صلابة الصخور التى يخترقها النهر الشلالات . وهى تظهر أينما اعترض النهر عروق أو طبقــات من صخور أشد صلابة من باقى الصخور المــكوّنة للوادىفهذه تقاوم عملية النحر فتبقى بارزة بينما باقى الصخور المحيطة بها تتأكل. ومن هذا النوع شلالات أسوان وحلفا والشلالات الأخرى التى تعترض مجرى نهر النيل فتعيق أعمالالملاحة فيه (أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الثالثة عشرة) .

أما مساقط المــاء فهذه تنتج من مرور ميــاه النهر فوق طبقتين متتاليتين من صخور مختلفة الصلابة فهى تنحر فى الرخو وتترك الصلب قائماً. ومن خير أمثلة هذا النوع مساقطمياه نياجرا (Niagara Falls)على نهر سان لوران فى كنداومساقط مياه فــكتوريا بجنوب افريقيا (انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة الرابعة عشرة) . وتسقط الميــاه فى الأولى منها من ارتفاع خمسين متراً تقريباً فوق طبقة من الحجر الجيرى الصلب تحتها طبقات من الأحجار الطينية الرخوة وهذه الأخيره تتأكل بما

ينصب عليهامن مياه المسقط وتترك الطبقة الجيرية الصلبة معلقة فوقها وهذه تنتهى بأن تسقط ويتراجع المسقط الى الوراء رويدا رويدا. وقد قدر تراجع المسقط بنحو ٣٠ سنتيمترا كل عام. وقد تراجع نحو ٦ كيلو مترات عن مكانه الأصلى عند بلدة كوينزتون (Queenstown) (انظر الشكل رقم ٥٧).

(شكل ٥٧) قطاع لمسقط نياجرا بكندا يوضح تراجع موقع المسقط قرب بلدة كوينزتون

ومن الظواهر التى ترى فى بطون الوديان الصخرية تحت مساقط المياه أو على مقربة منها وجود حفر عميقة ضيقة مستديرة مصقولة وهى التى يسمونها بالفرنسية (marmite de geant) وبالانكليزية (Pot-hole) . فاذا أردنا أن نعرف طريقة تكوينها يكفى أن نختبرها فنجد بقاعها قطعاً كبيرة من الحصى . فاذا مر ماء النهر فوق هذه الحفر حدثت فيه دوامات تحرك هذا الحصى فى حركة دائرية تنحر فى الصخر فتكون الحفرة وتعمقها وهكذا حتى تبلغ عمقاً يجعل باطنها بمأمن من حركة الدوامات فيبقى الحصى ساكناً على قاعها فتقف عملية تعميقها (انظر الشكل رقم ٥٨) .



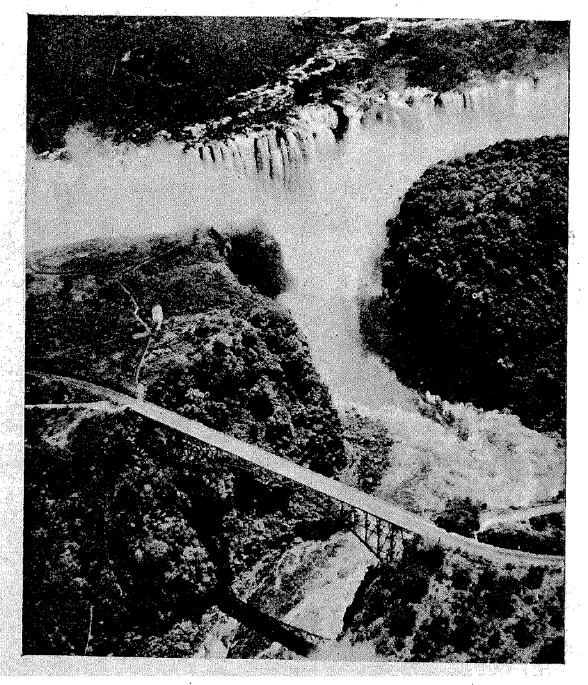
(شكل ٥٨) يوضح طريقة تكوين الحفر العميقة فى بطون الوديان

وترى مثل هذه الحفر المستديرة المصقولة فى مجرى النهر عند شلالات اسوان كما فى (الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثالثة عشرة) .

المواد التى تحملها الانهار

قدمنا أن النهر يقوم بدور عظيم فى نقل المواد الصخرية من أعالى مجراه الى مصبه وأن هذه المواد التى يحملها هى التى ترجع اليها بالتالى قدرته على القيام بدوره كعامل من عوامل التعرية .

(اللوحة ١٤)



مساقط مياه فكتوريا — بروديسيا (أفريقية) . مصورة من طيارة محلقة فوقها .

والنهر ينقل هذه المواد على ثلاث حالات : —

(أولا) مذابة فى الماء. وهذا طبعاً يقتصر على المواد القابلة للذوبان كالأملاح.

وقد قدر ما يحمله نهر المسيسبي كل عام الى البحر بنحو ١٣٦ مليون طن من الاملاح والدانوب بنحو ٢٢ مليون طن والنيل بنحو ١٧ مليون طن. وأهم هذه الاملاح كربونات الكلسيوم والمجنيزيوم وكبريتات الكلسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وملح الطعام والسايكون .

(ثانياً) معلقة بالماء . ومع أن جميع المواد الصخرية ذات ثقل نوعى أكبر من الماء فلا تبقى معلقة فيه لو كان ساكناً . الا أن حركة ماء النهر هى التى تجعله قادراً على حملها . ولو كانت سرعة التيار متساوية فى جميع أجزاء النهر لكانت قدرته على حمل هذه المواد أقل بكثير من الواقع. ولكن المعروف أن سرعة التيار فى وسط النهر أشد مما هى فى جانبيه أو قرب قاعه كما أن هذه السرعة تتزايد مع زيادة انحدار الوادى . فهذا الاختلاف يؤدى الى وجود التيارات الداخلية المعروفة بالدوامات. ولهذه قدرة على رفع المواد من القاع والاحتفاظ بها فى الماء مدة طويلة . وهى أشبه بما يحدث فى إناء مملوء بالماء وعلى قاعه قليل من الرمل فانك اذا حركت الماء بملعقة مثلا حركة دائرية عنيفة فان هذا الاضطراب فى الماء يؤدى الى رفع الرمل وابقائه معلقاً فى الماء مدة طويلة حتى تخف سرعته وعند ذلك يسقط ثانية الى القاع. فمثل ذلك يحدث فى الأنهار من جراء الدوامات . وكلما كان النهر سريعاً زادت قدرته على حمل المواد.

وقدر أن النهر الذى تبلغ سرعته نحو ٣٠٠ متر فى الساعة لا يمكنه أن يحمل أكثر من الطين الرفيع. بينما النهر الذى تبلغ سرعته نحو ١٠٠٠ متر يمكنه أن يحمل رملا متوسطاً. والذى سرعته نحو الفى متر يحمل حصى رفيعا. والذى سرعته ثلاثة آلاف متر فى الساعة يمكنه أن يحمل من الحصى ما يبلغ حجم بيض الدجاج . وهذا ما يفسر أن الأنهار أقوى كثيراً على حمل المواد وقت فيضانها منها فى حالتها العادية .

(ثالثا) بالانزلاق على باطن الوادى . فاغلب الجلاميد والحصى الكبيرالتى لايقدر النهر على حملها يدفعها على باطن الوادى بقوة صدمة الماء عليها وتنزلق من نقطة لأخرى بسرعة تختلف على حسب الظروف المحيطة بها . وقد تكون هذه

المواد الأخيرة هى أهم الآلات التى يستعملها النهر فى نحر واديه اذ أن الاصطدام بقاع الوادى يؤدى الى تآكله كما أن انزلاقها عليه يؤدى الى صقله . وهى فى الوقت نفسه تتأثر بهذه الحركة كما تتأثر المواد الاخرى المعلقة فتحتك ببعضها البعض فتستدير وتنصقل ومن ثم أن جميع الحصى الذى تكونه الانهار يكون مستديراً تقريباً ومصقولا.

الانهار وعملها الانشائى

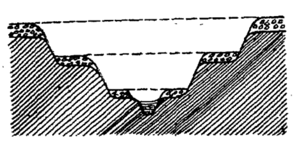
الرواسب النهرية (Alluvial Deposits)

قدمنا أن النهر يحمل فى مجراه مقادير عظيمة من الحصى المستدير والرمال والغرين . هذه المواد التى يكتسحها من مجاريه العليا يعود فيلقى بها مرة أخرى فى اجزائه السفلى حيث الوادى أقل انحدارا والتيار أضعف من أن يحملها كلها أو بعضها. فمن هذه المواد تتكون الرواسب النهرية (Alluvium) .ويمكن فهم النظام الذى تلقى به هذه المواد اذا وضعنا مخلوطا منها مع الماء فى اناء كبير ثم حركنا المخلوط والماء بسرعة كبيرة بحيث يتحرك الجميع وتصبح المواد كلها معلقة بالماء .ثم يترك بعد ذلك المخلوط ليسكن فاذا بالحصى الغليظ يرسب على القاع يعلوه الرمل الخشن فالناعم وأخيرا وبعد مدة طويلة يرسب مابقى معلقا فى الماء من الطمى ويبقى الماء فوق ذلك رائقا .

فالأنهار كما قدمنا تقل سرعتها كلما قربت من مصباتها فترسب منها المواد الأغلظ ثم الأرفع بنفس النظام الذى رأيناه فى الاناء . وهذا ما يفسر كيف أن الرمل الرفيع والغرين قد تبلغ المصبات أو ترسب على جانبى الوادى حيث سرعة التيار غير محسوسة بينما المواد الغليظة ترسب فى الأجزاء العليا من الوادى وفى وسط مجراه .

ويلاحظ أحيانا على جانبى الوديان مسطحات مدرجة هى بقايا بطون الوادى فى أزمنة سابقة وتسمى هذه أسرّة الوادى (River Terraces).وقد رسبت فى أزمنة سابقة كان الوادى أقوى على حمل المواد الكبيرة منه الآن . والأسرّة العليا هى الأقدم والسفلى هى الأحدث . (انظر الشكل رقم ٥٩) .

وترى هـذه الأسرة على جانبي وادى النيل وفى الوديان الـكثيرة بالصحارى المصرية وقد تكونت فى عصور كانت هذه المناطق أكثر إمطارا مما هى الآن .



(شكل ٥٩) قطاع يبين الاسرة التى تركها النهر على جانبى واديه

مصبات الأنهار (الدالات والفوهات العادية)

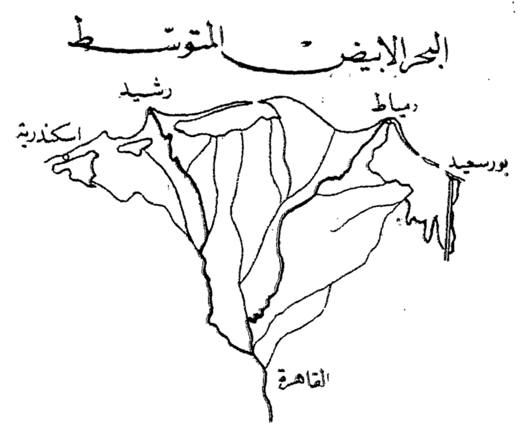
تصل مياه الأنهـار الى البحر فتصطدم بتلك الـكتلة المائية الهائلة فتتضاءل سرعة التيار وأخيرا تقف كليـة . ينتج عن ذلك أن يلقى النهر بما بقى معلقا به من طمى ورمال . ومن المقرر أن مياه البحار المالحة لها قدرة خاصـة على إرساب المواد الطينية المعلقة بالمياه العذبة . فتتراكم هذه المواد فى حاجز طبيعى قبالة فم النهر وهذا الحاجز يتغير موقعه حسب قوة المد والجزر فى البحر . وهو غير ذلك عائق فى سبيل الملاحة فى كثير من الأنهار .

وتختلف حالة مصب النهر باختلاف البحر الذى يصب فيه وما تكتنفه من تيارات : —

(١) ففى الحالة التى يصب النهر فى بحر هادىء خال من التيارات الشديدة تبقى المواد التى يلقى بها النهر وتتراكم عند المصب فتتكون منها الدالات (Deltas). وقد سميت كذلك للتشابه الذى بينها و بين حرف دال باليونانية (△). وقد يكون من جراء تراكم هذه المواد أن تتفرع مياه النهر الى فرعين أو أكثر تنحصر بينها أحواض قليلة العمق تمتلىء رويداً رويداً بما يرسب فيها من غرين النهر حتى تصبح بعد مدة طويلة أرضاً يابسة .

ولو تتبعنا تاريخ دلتا نهر النيل لوجدنا أنها قبل أن تصل الى حالتها المعروفة الآن قد مرت فى أدوار كان النهر يتفرع فى عدة فروع تصل بعضها إلى الاسكندرية غربا والبعض الآخر الى بيلوز شرقى بورسعيد. على أن هذه الفروع قد انسدت شيئا فشيئا

بما رسب فيها من الغرين حتى انحصرت المياه في فرعي دمياط ورشيد المعروفين (انظر الشكل رقم ٦٠).



(الشكل ٦٠) خريطة دلتا النيل. لبيان فروعها القديمة التي انحصرت في فرعي رشيد ودمياط.

ومن أمثلة الأنهار التي تنتهي بدالات المسيسبي بالولايات المتحدة والرون بفرنسا والدانوب برومانيا والجانج بالهند وكلها أنهار تصب في بحار مقفلة قليلة التيارات. وتبلغ بعض هذه الدالات مساحات واسعة فدلتا النيل مساحتها نحو ١٠ آلاف ميل مربع ودلتا المسيسبي ١٢ ألف ميل مربع ودلتا الجانج بالهند مساحتها نحو ٤٠ ألف ميل مربع.

(٢) وفي حالة انتهاء النهر الى بحر كثير التيارات شديد المد والجزر فان المواد التي يلقي بها اليه سرعان ما تكتسحها التيارات والمد والجزر وهذه العوامل في الوقت نفسه تؤدي الى توسيع فم الوادي فيتكون من ذلك المصب العادي (Estuary). وفي هذه الحالة يتسع مصب النهر الى المدى الذي يبلغه المد في أقصى درجاته. ومن أمثلة الوديان ذات المصبات العادية التاميز بأنكلترا واللوار والجارون بفرنسا والأمازون بجنوب أمريكا.

والخلاصة أن الأنهار من أقوى عوامل الطبيعة تأثيراً فى سطح اليابسة فهى دائبة بلا انقطاع على اكتساح أجزاء من سطحها لتلقى بها فى لجج البحار .

ويقدرون مجموع ماتحمله الانهار من سطح اليابسة الى قاع البحار فى العالم بنحو ١٦ كيلو مترا مكعباً فى كل عام.وهو مايعادل طبقة من سطح القارات يبلغ سمكها نحو ١٥ سنتيمترا. ويقدرون من ذلك أن الأنهار تحتاج لنحو خمسة ملايين سنة لازالة بروز جميع القارات لتصير على منسوب البحر. هذا اذا لم يعترض عملها هذا من العوامل الأخرى مايرفع سطوح القارات كما سنبين بعد .

البحيرات (Lakes)

أحواض من الماء العذب أوالملح تجمعت فى مناطق هابطة من سطوح القارات. ويغلب فى البحيرات أن تكون متصلة بوادى نهر من الأنهار على أن بعضها محصورة من جميع جهاتها فلا مخرج لمياهها .

وتتعدد الأسباب التى تؤدى الى تكوين البحيرات على أن أهمها : —

(أولا) هبوط مناطق من الأرض من جراء ما يعترى القشرة الأرضية من تقلص يؤدى الى تجعيد أو انفلاق كما سيأتى الكلام عنه بعد. ثم تكوّن البحيرات فيماينتج من أجزاء هابطة بتحول مجارى المياه من أنهار وسيول اليها. ومن أمثلة هذا النوع من البحيرات بحيرة سوبيريور فى شمال أمريكا (Lake Superior.) وبحيرة تانجانيقا (Lake Tanganyka.) بأواسط أفريقية .

(ثانياً) اجتماع المياه فى فوهات البراكين الخامدة التى قد مضى وقت طويل على سكونها . وهذه تمتلىء بما يهطل عليها من أمطار وما يصب فيها من سيول تنحدر اليها من حواف الجبال المحيطة بها . وهذا النوع من البحيرات يكون عادة مستديراً وعميقاً جداً ومنها بحيرة البانو بايطاليا (Lake Albano) وبعض بحيرات زيلنده الجديدة. وعدد هذا النوع من البحيرات قليل .

(ثالثاً) انفصال جزء من البحر أما بتكوين حاجز من الرواسب الشاطئية بينهما كالبحيرات المعروفة فى شمال الدلتا. أو هبوط جزء من البحر وقيام حاجز بينهما من تأثير التقلصات الأرضية كالبحر الميت (Dead Sea) وبحر القزوين (Caspian Sea) .وقد تبقى أمثال هذه البحيرات على ملوحتها الأصليـة أو تزيد ملوحتها بازدياد البخر فيها أو تصـير عذبة بمـا يتسرب اليها من الأمطار والأنهار .

(رابعاً) اعتراض مجرى واد واضطرار الماء الذى يجرى فيه الى أن يجتمع فيملأ الوادى الى منسوب يسمح له باجتياز الحاجز الذى يعترضه أى تكوين خزان طبيعى فى مجرى نهر من الأنهار. وهذه الحواجز الطبيعية تكون اما رواسب الثلاجات التى سيأتى الكلام عنها بعد أو رواسب رافد من روافد النهر يحمل الى الوادى كميات كبيرة من الحصى والرمال تجتمع عند نقطة اتصال النهرين فتحجز مياه النهر الأصلى وراءها .

وقد يكون هذا النوع من البحيرات أكثرها شيوعا وأمثلتها كثيرة فى المناطق الجبلية كما فى شمال ايطاليا .

والبحيرة صائرة دائما الى الزوال. ففى المناطق الصحراوية الحارة تفقد البحيرات بالبخر مقدارا عظيما من مائها لا يعوضها عنه ما قد يتسرب اليها من مياه الأمطار القليلة . فتتضاءل البحيرات شيئا فشيئا تاركة وراءها رواسب من الأملاح تدل على سابقة وجودها . كما فى صحراء جوبى بأواسط آسيا .

وفى المناطق الرطبة الممطرة حيث يغذى البحيرات ما يصب فيها من سيول وأنهار فكأنما هى أحواض ترشيح تدخل اليها الأنهار مثقلة بما تحمله من حصى ورمال وطين فتتركها وراءها وتخرج من البحيرة ومياهها رائقة نقية . فكل نهر يدخل اليها يكوّن عند مصبه دالا من الرمل والحصى كما أن قاع البحيرة يغطى بطبقة تلو الأخرى من المواد الطينية .

وأحسن الأمثلة على ذلك ما يحدث الآن فى بحيرة جنيفا حيث قد كوّن نهر الرون ونهر الدرانس دالات بلغت مساحات لا يستهان بها وقد كانت فيما مضى أجزاء من البحيرة نفسها . فبهذه المواد تمتلىء البحيرات شيئا فشيئا فتتحول تدريجا الى مستنقعات ثم سهول تخترقها الأنهار فى وديان محصورة .

مما تقدم نرى ان رواسب البحيرات نوعان : —

(اولا) رواسب البحيرات المالحة بالصحارى

وهى عادة من الجبس وملح الطعام وأحياناً أيضاً كلورور المجنيزيوم أو كربونات الصوديوم. مثل بحيرات وادى النطرون .

(ثانيا) رواسب البحيرات العذبة

وهى رمال وحصى قرب شواطئها ومواد طينية دقيقة فى أواسطها . وفى هذه الطبقات الأخيرة توجد عادة محارات قواقع المياه العذبة وبقايا نباتات وحيوانات مما جرفته السيول الى البحيرة .

البحار والمحيطات (Seas & Oceans)

تكوّن البحار والمحيطات الجزء الأكبر من الغلاف المائى وتغطى نحو ٧٢ فى المائه من مجموع سطح الكرة الأرضية . وللبحار والمحيطات أثر مزدوج فى القشرة

اليابسة . فبينما هى دائبة أبدا على تهشيم ما يحيط بهـا من شواطىء اذ هى أحواض يرسب على قيعانها ما تكتسحه اليها من الأرض العوامل الأخرى . عدا هذا فلها أثر آخر فى تنشيط بعض العوامل الجوية كالرياح والأمطار .

ويرجع التأثير الذى للبحار والمحيطات فى شواطئها الى الحركة الدائمة لمياهها . وهذه الحركة على أنواع ثلاثة :—

(١) **الامواج** (Waves) — وهى حركة رأسية تنتاب مياه البحار من جراء هبوب الرياح فى اتجاه معين . والأمواج تكون أكبر حجما فى المحيطات والبحار المفتوحة أى ذات الاتصال المباشر بالمحيطات مما هى فى البحار المقفلة. ويختلف حجمها فى البحر الواحد باختلاف قوة الرياح التى تسببها ففى البحر الأبيض المتوسط (وهو من البحار المقفلة) يبلغ متوسط طول الموجة الواحدة أى من ذروتها الى ذروة الموجة التى تليها نحو ٥٠ مترا وارتفاعها أي من ذروتها الى أسفلها نحو ٣ الى ٦ أمتار .

أما فى المحيط فمتوسط طول الموجة ١٦٠ مترا وارتفاعها ٨ الى ٩ أمتار . وفى المحيط الهندى متوسط طول الموجة ٢٢٠ مترا وارتفاعها ١١ مترا تقريبا. على أن أثناء العواصف قد تبلغ الأمواج ارتفاعا عظيما لا يتناسب مع طولها فقد يبلغ ارتفاعها من ٢٠ الى ٢٥ مترا تقريباً .

واذا قاربت الأمواج الشواطىء صارت فى عمق من الماء لايسمح ببلوغها ارتفاعها الطبيعى فتنكسر وترتطم على الشواطىء بقوة شديدة قدرت بما يتراوح بين ٣٠٠٠ الى ٣٠٠٠٠ كيلوجرام على كل متر مربع .

ومهما كانت صلابة الصخور التى تتكون منها الجروف المحيطة ببعض الشواطىء فليس فى قدرتها مقاومة هذه القوة العظيمة تصطدم بها المرة تلو الاخرى فلابد أنها تهشم وتتفتت. ويساعد الأمواج على ذلك ما تلتقطه من الحصى والرمال المكوّمة على الشواطىء فترفعها وتقذف بها على الصخور فتعمل على تفتيتها .

والصخور المكونة للشواطىء هى غالبا متفاوتة فى صلابتها فمقاومتها لقوة الامواج هى ايضا متفاوتة. ومن ثم نرى أغلب الشواطىء الصخرية متعرجة غير مستقيمة تبرز منها الصخور الصلبة وتتراجع بينها الصخور الرخوة (انظر الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الخامسة عشرة).

وقد تقابل الامواج فى الصخور فجوات أو شقوقا أو خطوط ضعف فتعمل فيها بنشاط أزيد مما تعمله فى باقى الصخر فتتكون من ذلك الكهوف والأنفاق الشاطئية.

ويقتصر فعل الأمواج على الجزء من الشاطئ الذى يقع تحت تأثيرها وهذا يتراوح بين أعلى منسوب تصله مياه البحر فى أعلى مده وأكبر عمق تصل اليه حركة مياه الأمواج. ويقدّرون ذلك بنحو ٣٠ مترا تقريبا.

أما فى الشواطئ الواطئة المسطحة فلا تجد بها الأمواج ما ترتطم به فتنفق قوتها فى الهواء فلا يظهر لفعلها أثر مذكور.

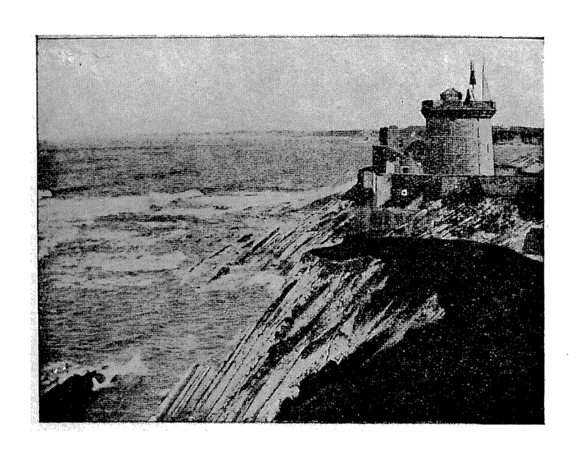
أما قطع الصخور التى تكسرها الأمواج من الشواطئ فهذه بارتطامها بالشواطئ وباحتكاكها بعضها ببعض فى حركة الأمواج الدائمة تتكسر باستمرار الى أصغر فأصغر الى أن تنتهى لرمال رفيعة تتناولها التيارات البحرية فتوزعها على قاع البحر بعيدا عن الشاطئ. وهى فى جميع درجاتها هذه تستدير حروفها وتنصقل سطوحها.

(٢) المد والجزر (Tides)

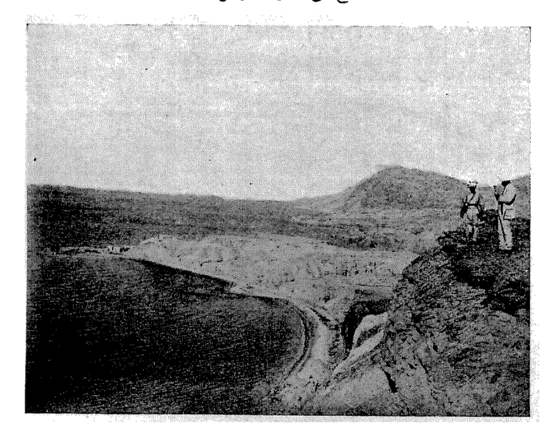
جميع المحيطات والبحار المفتوحة تنتابها حركة منتظمة بمقتضاها يرتفع منسوبها ثم ينخفض مرة فى كل ١٢ ساعة و ٢٦ دقيقة.

ويختلف مقدار الارتفاع (المد) والانخفاض (الجزر) من مكان لآخر. فهو فى عرض المحيط قد لا يعدو نصف متر وعلى شواطىء الجزائر الواقعة فى أواسط المحيطات لا يزيد على مترين بينما فى بعض الخلجان قد يبلغ الفرق بين المنسوبين خمسة عشر مترا. وهى حركة محسوسة فى بعض الأنهار ذات المصبات المفتوحة.

(اللوحة ١٥)



(ا) تأثير الأمواج على صخور الشواطئ — جنوب فرنسا .



(ب) تضاريس شواطئ شبه جزيرة سينا الناتجة من فعل الأمواج .

فنی نهر الجارون مثلا يؤثر المد والجزر فی ماء النهر لمسافة ١٦٠ كيلومترا من مصبه وفی نهر الأمازون لمسافة ٢٣٠ كيلومترا .

والسبب فی هذا التغيير فی منسوب البحار يرجع لما بين الأرض والقمر من جاذبية .ويبلغ أعلى منسوب المد فی جميع النقط الواقعة فی خط الطول المواجه للقمر مباشرة فی أی لحظة معينة ويكون أدنی منسوب الجزر فی خط عمودی على ذلك. ويكون الفرق بين منسوبی المد والجزر أكبر عند ابتداء كل شهر قمری وفی منتصفه أی عند تمام القمر.وأقل من ذلك فيما بين الاثنين.ويكون الفرق بين المنسوبين على أشده فی وقت الاستواء (Equinoxes). وقد ترى هذه المناسيب جميعها واضحة بما تحدثه فی الشواطیء من عتبات .

أما ما يحدثه المد والجزر فی الشواطیء فلا يختلف عما تحدثه الأمواج العادية الا فی أنها تساعد على اكتساح ما يتهشم من صخور الشواطیء وتحملها الى داخل البحار . وهی عدا ذلك تكوّن عتبات فی الشواطیء تمثل كل منها المنسوب الذی تقف عنده المياه هنيهة عند بلوغ أعلى المد أو أوطأ الجزر .

(٣) التيارات البحرية (Marine Currents)

وهی حركة تنتاب المحيطات والبحار وبمقتضاها تنتقل المياه نفسها من مكان لآخر على مسافات بعيدة. وهی تشبه حركة المياه فی الأنهار ولكنها تقتصر على المياه السطحية فلا تمتد الى عمق كبير .

ولقد أظهر البحث أن جميع المحيطات والبحار المفتوحة تخترقها سلسلة من التيارات تبعا لنظام خاص . والخريطة شكل ٦١ تبين الطرق التی تتبعها التيارات العظمى ومنها نرى أنها تبتدیء دائما عند خط الاستواء فتتجه غربا حتى تصطدم بشواطیء قارة من القارات وعندها تنشطر شطرين يتجه كل منهما نحو قطب من



(شكل ٦١) خريطة تبين التيارات العظمى بالمحيطات

القطبين ثم يعود كل منهما فيقطع المحيط الذى يسلكه الى الشاطىء الشرقى ومن ثم يعود ليتم الدائرة التى بدأها عند خط الاستواء • وتتفرع من هذه التيارات أخرى تتدخل فى بعض البحار •

ويرجع السبب فى حدوث هذه التيارات الى تأثير الرياح السائدة (prevailing winds)

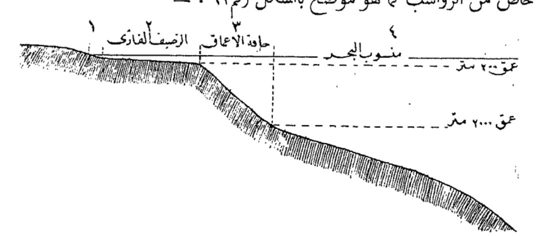
فلو قارنّا خريطة التيارات بخريطة أخري مبين عليها اتجاه الرياح السائدة لرأينا توافقا تاما بين الاثنين •

أما تأثير التيارات فهو تعديل الجو فى المناطق التى تمر بها فان مياه هذه التيارات التى تبتدىء عند خط الاستواء حيث الحرارة على أشدها تلطف كثيرا من برودة بعض المناطق التى تمر بها •

وخير مثال على ذلك الأثر الذى للتيار المعروف باسم تيار الخليج (Gulf-stream) الذى يخترق المحيط الأطلسى من شواطىء المكسيك الى الشمال الشرقى فيطوف بشواطىء أوروبا الغربية حتى المناطق القطبية . ولما كانت مياه هذا التيار قد ابتدأت فى أول الأمر عند خط الاستواء فهى لذلك مرتفعة الحرارة نسبيا ومن أثرها تلطيف برودة الشتاء فى المناطق الشمالية التى تمر بها. وهذا ما يجعل موانىء غرب أوروبا حرة من الصقيع والثلج طول الشتاء بينما الموانىء المقابلة لها فى شمال أمريكا على العكس من ذلك مغلقة بالثلوج طول شهور الشتاء .

الآن وقد بحثنا ماتقوم به البحار والمحيطات كعامل من عوامل الهدم فى الجزء البارز من اليابسة ننتقل لبحث الدور الذى تقوم به كعامل انشائى فى القشرة الأرضية. ذلك لأن البحار والمحيطات كما قدمنا هى أحواض كبرى تتراكم على قيعانها المواد التى تهشمها هى من الشواطىء علاوة على ماتكتسحه اليها الأنهار والرياح والعوامل الأخرى المؤثرة فى القشرة الأرضية . ففى البحار والمحيطات تتكون الرواسب التى تستحيل فيما بعد صخورا تزيد فى سمك القشرة الأرضية اليابسة .

والبحار والمحيطات من هذه الناحية تنقسم الى مناطق يختص كل منها بنوع خاص من الرواسب كما هو موضح بالشكل رقم ٦٢ : —



(شكل ٦٢) قطاع يبين المناطق المختلفة لقيعان البحار والمحيطات

(١) المنطقة الشاطئية (٢) منطقة المياه غير العميقة (٣) منطقة حافة الأعماق

(٤) منطقة أعماق المحيطات

المنطقة الاولى — المنطقة الشاطئية (Littoral)

وهى المنطقة التى تحت تأثير الأمواج والمد والجزر وفيها تتهشم الصخور وتتراكم الجلاميد والحصى والرمال الخشنة . وهى منطقة لاتسمح بتكاثر أى نوع من أنواع الحياة فيهــا فلا تجد عادة بين صخورها من بقايا الحيوانات الا ما تقذفه الأمواج مما هو تابع أصلا الى المنطقة التالية لها .

أما رمال هذه المنطقة فقد ينحسر عنها الماء أحيانا فتجف وتتناولها الرياح فتذروها فى كثبان شاطئية .

ومن الظواهر التى ترى أحيانا على مقربة من الشواطىء الحواجز (Barriers). وهي أكوام من الرمل تمتد فى خطوط ضيقة تحت المــاء فى محاذاة الشاطىء وعلى مقربة منه وهذه تتكون بفعل الأمواج عند ارتدادها من الشاطىء . تنمو هذه الحواجز فتظهر على سطح المــاء فتفصل جزءا من البحر يسمونه بحيرة شاطئية (Lagoon) وقد تنفصل هــذه البحيرات عن البحر انفصالا تاما فتمتلىء بما يتراكم فيها من رمال ورواسب تأتى بها مياه الانهار فتتحول بعد مدة الى أرض زراعية. وقد استفاد الهولنديون من هذه الظواهر فأحكموا الحواجز وحفظوا ما اقتطعته من البحر فصارت مراعى وأراضى زراعية تدر على أهلها خيرا عميما .

المنطقة الثانية — منطقة المياه غير العميقة (Neritic)

وهى تمتد من الشاطىء الى ميــاه عمقها ١٠٠ قامة أى نحو ٢٠٠ متر تقريبا ويلقبونها عادة برصيف القارات (Continental Shelf) «انظر الشكل رقم ٦٢» . وهى منطقة مضطربة المياه من تأثير المد والجزر والأمواج والتيارات . فمياههــا فى حركة دائمة تتأثر بحرارة الجو وبرودته . وتنفذ أشعة الشمس الى قاعها فتسمح بنمو نباتات بحرية مختلفة . وهذه تجتذب اليها أنواعا مختلفة من الأسمــاك والحيوانات البحرية الأخرى فاذا ماتت سقطت محاراتها وهياكلها العظميــة واندفنت فيما يتــكون على القاع من الرواسب واستحالت فيما بعــد الى حفريات لها أهمية عظمى فى علم الجيولوجيا كما سنبين بعد .

أما الرواسب التى تتكون فى هذه المنطقة فهى رملية قرب الشاطىء ثم طينية على بعد منه. وهى ما تأتى بها الأنهار من القارات فتندفع مع التيار ثم ترسب لعدم قوة التيار على حملها . وحيث لا تصب أنهار فى البحر فقد تكون مياهه نقية ملائمة لنمو حيوانات محارية تتراكم محاراتها بعد موتها فتكوّن رواسب جيرية تستحيل فيما بعد الى الصخور الجيرية المعروفة .

المنطقة الثالثة — وهى منطقة المنحدر الفاصل بين أعماق المحيطات ورصيف القارات ما بين ١٠٠ قامة و ١٠٠٠ قامة من العمق (أى ما بين ٢٠٠ متر و ٢٠٠٠ متر تقريبا) : وفى هذه المنطقة يقتصر تأثير الأمواج على سطح الماء فيها . فقاعها هادىء ساكن وحرارتها ثابتة لا تتغير بتغير الفصول . ولا ينفذ ضوء الشمس الى قاعها فلا تنبت على قاعها نباتات . وتقتصر أنواع الحياة التى تعيش فيها على أسماك آكلة اللحوم . أما الرواسب المتراكمة على قاعها فهى طينية دقيقة الحبيبات وهى أدق ما تحمله الأنهار الى البحار .

المنطقة الرابعة — منطقة أعماق المحيطات السحيقة وهى أكبر المناطق جميعا . مياهها فيما يلى السطح تكاد تكون ثابتة. وحرارتها تقرب من الصفر . أما رواسبها فتكاد تكون خالية مما تكتسحه الأنهار من القارات اذ أن هذه المواد قد رسبت على المناطق الأخرى. وهى رواسب من غرين دقيق يسمونه (ooze) أحمر اللون مكون من محارات دقيقة لحيوانات ميكرسكوبية تعيش بكثرة عظيمة فى المياه السطحية لأواسط المحيطات. وقد يختلط بهذه الرواسب رماد بركانى مما يسقط على وجه المحيط من الرياح التى تحمله من أفواه البراكين. كما أنها قد تحتوى بعض عظام لحيوانات بحرية كبيرة مما تجوب البحار والمحيطات .

الجزائر (Islands)

وقبل أن نترك الكلام على البحار لابد أن نشير الى الجزائر وهى على نوعين:

(١) الجزائر القريبة من الشواطىء وهذه فى الواقع مرتكزة على الرصيف القارّى اى المنطقة الثانية من قاع البحار . فهى أجزاء من القارات انفصلت عنها بعامل من العوامل الجيولوجية أدى الى أن يغمر البحر جزءا من حافة القارات فقطعته المياه لمنسوب معين وبقيت الاجزاء العليا منه على شكل جزائر .

(٢) الجزائر التى فى وسط المحيطات . وأغلبها عبارة عن قمم جبال بركانية قاعدتها فى قاع المحيط . وقد لا تبرز قمة الجبل البركانى على سطح الماء ولكن تنمو عليها الشعاب المرجانية وهذه تنتهى بتكوين جزائر تطفو فوق سطح الماء كما فى كثير من الجزائر بالمحيط الهادى .

الصقيع والجليد والثلج (Frost, Snow & Ice)

نعلم أن الماء اذا انخفضت حرارته الى الصفر بمقياس سنتجراد يستحيل ثلجاً . والثلج من العوامل المؤثرة فى سطح الأرض اليابسة وهو معروف فى الطبيعة على أربع حالات :—

الصقيع (Frost)

قدمنا أن الصخور السطحية فى المناطق الرطبة المعتدلة المناخ تمتلىء دائماً خلاياها وشقوقها بما يسقط على سطحها من مياه الأمطار . فاذا انخفضت درجة حرارة الجو الى ما دون الصفر بمقياس سنتجراد فان هذا الماء يستحيل ثلجاً . وقد نعلم أن الماء اذا إستحال ثلجاً زاد حجمه وفى هذه الحالة يعمل على تفتيت الصخور التى تحتويه . .

ولكى نقرب الى الذهن مدى القوة التى لتمدد الثلج عند تكوينه نذكر أنه اذا فرغت قنبلة وملئت ماء ثم أحكم قفلها وبردت الى ما دون الصفر فان الماء الذى بها يبقى سائلا حتى بعد تبريده عدة درجات دون الصفر ثم يستحيل ثلجا فيضغط على حائط القنبلة فتتشقق ويبرز الثلج من الشقوق. وان كان لايحدث فى الطبيعة أن ينحبس الماء فى صخر كما ينحبس فى قنبلة أحكم سدها فانه على كل حال يضغط على الصخر فى الشقوق والمسام فيهشمها .

فاذا ارتفعت الحرارة وعاد الثلج الى حالته الأصلية سالت المياه فتركت وراءها سطحاً مغطى بالهشيم من الصخر . وهذه الظاهرة فى البلاد الباردة والمعتدلة تقابل

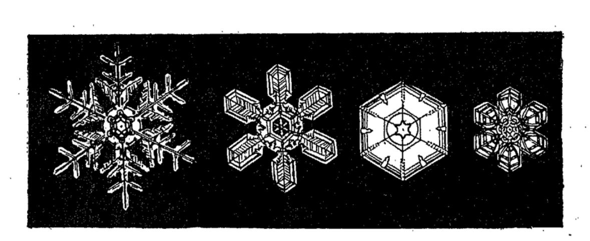
فى البلاد الحارة الجافة ظاهرة اختلاف درجات الحرارة .وتأثيرهما واحد فى أنهما يتركان سطح الأرض وقد غطته مواد مفككة عرضة لأن تكتسحها عوامل التعرية الأخرى .

البرد (Hailstones)

حبات مستديرة من الثلج تسقط أحياناً بعد عواصف شديدة خصوصاً فى فصل الصيف . وقد تبلغ الحبيبات حجما كبيراً فقد شوهدت فى القاهرة بحجم الحمص . وفى بعض البلاد الأخرى قد أمطرت السماء برداً يبلغ حجمه بيضة الحمام. وقد يحدث سقوطه أضراراً كبيرة . على أنه لندورة سقوطه لا يعتد به كعامل من عوامل التعرية الهامة الا من حيث تحوله بعد ذلك الى ماء يقوم بالدور الذى تقوم به مياه الأمطار . ولم يتوصل العلماء بعد الى تفسير الطريقة التى يتكون بها البرد فى الطبيعة .

الثلج (Snow)

اذا زادت درجة رطوبة الجو على ما يمكنه الاحتفاظ به فان بخار الماء يتقطر فيهبط الى سطح الأرض كمطر أو ثلج أو برد.فيكون نزوله على حالة ثلج اذا نقصت درجة حرارة الجو عن الصفر بمقياس سنتيجراد . والثلج فى هذه الحالة يكون فى قشور رقيقة خفيفة تشبه قطعاً من القطن ناصعة البياض . وكلها متبلورة وتختلف أشكال بلوراتها الا أنها جميعاً سداسية النظام (انظر الشكل رقم ٦٣) .



(شكل ٦٣) مجموعة من بلورات الثلج

فأمطار الشتاء فى المناطق القطبية الباردة وأحياناً أيضاً فى المناطق المعتدلة وكذلك فى المناطق الجبلية العادية هى غالباً من الثلج .

فاذا نزل الثلج فقد يتراكم فى طبقات سميكة فيبقى على السطح أو يذوب على حسب درجة حرارة الجو. وقد يبقى أياماً أو أسابيع أو طول شهور الشتاء ثم يذوب. على أن هناك مناطق لا ينقطع عنها الثلج صيفا ولا شتاء كالمناطق القطبية وقمم الجبال العليا (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة السادسة عشرة) .

ويحد هذه المناطق منسوب معين يسمونه خط الثلج (Snow-line) . وهذا المنسوب ينطبق مع منسوب البحر فى المناطق القطبية . أى أن سطح الأرض فيها دائما تغطيه الثلوج. ثم يرتفع هذا المنسوب عن سطح البحر كلما بعدنا عن القطبين ويبلغ أقصى ارتفاعه عند خط الاستواء . فى أوروبا مثلا يبلغ منسوب خط الثلج نحو ٣٠٠٠ متر أى أن قمم الجبال التى تزيد على ٣٠٠٠ متر كما فى الألب والبرانس هى مغطاة بالثلج الدائم وما دون ذلك فقد تغطيه ثلوج الشتاء ولكنها تنقشع عنه بمجرد ارتفاع درجة الحرارة فى الربيع والصيف .

وعند المدارين يبلغ هذا المنسوب نحو ٥٠٠٠ متر كما فى جبال الهملايا فان الاجزاء التى يزيد ارتفاعها على ٥٠٠٠ متر هى التى تغطيها الثلوج الدائمة . وعند خط الاستواء قليل من القمم المرتفعة تغطيها هذه الثلوج كقمم جبال كينيا وكيليمانجارو بأواسط أفريقية .

وفى الصحارى المصريه لا يبلغ أعلى جبالها خط الثلج ولذلك فان بعض قممها قد تغطيه الثلوج شتاء ولكنها سرعان ماتنقشع عنه بمجرد ارتفاع الحرارة فى فصل الربيع ومن ذلك جبل كاترينا بشبه جزيرة سينا .

وقد يكون الثلج على هذه الصورة حاميا لما تحته من الصخور من تأثير عوامل التعرية الأخرى كالماء الجارى أو الرياح على أنه أحيانا يتراكم على الصخور بكميات عظيمة تنهار تحت ثقلها جوانب الجبال فتنحدر منها جلاميد كبيرة من الصخر (avalanches) . وهى من الأخطار التى تهدد دائما ساكنى المناطق الجبلية . فكم من قرى سويسرية خربتها هذه الانهيارات الناتجة من تراكم ثلوج الشتاء .

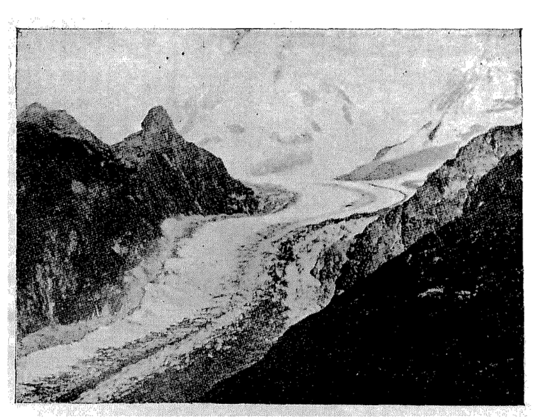
الثلاجات أو أنهار الثلج (Glaciers)

يتراكم الثلج فوق الجبال أحيانا بكميات كبيرة فيبلغ سمكا عظيما وتقع الطبقات السفلى منه تحت ضغط ناتج من ثقل ما يعلوها من الثلج فتندمج جزيئاتها

(اللوحة ١٦)



(ا) منظر يوضح تراكم الثلج على أعالى جبال الالب .



(ب) منظر لاحدى الثلاجات المنحدرة من جبال الالب . وترى سطحها تقطعه شقوق عرضية وعليه خطوط من الرواسب الصخرية .

المفككة وتستحيل الى طبقة متماسكة من الثلج يشبه في جميع خواصه الثلج الصناعى المعروف . وهذا ينزلق بحكم الجاذبية الأرضية الى ما يكتنف الجبال من خيران ومن هذه الى الوديان فيندمج بغيره وتتكون منه أنهار الثلج أو الثلاجات (أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة السادسة عشرة) .

وقد تظهر الثلاجات لأول وهلة ثابتة لاتتحرك على أن المشاهدة الدقيقة تظهر أن للثلج حركة تشبه حركة مياه الأنهار فلا تختلف عنها الا فى بطئها المتناهى .

ومن أبسط التجارب للدلالة على وجود هذه الحركة أن ندق أوتاد من الخشب فى خط مستقيم يقطع الثلاجة من جانب لآخر مع وضع وتد فى الارض اليابسة على كل من الجانبين فى امتداد الخط المذكور (انظر الشكل رقم ٦٤).

(شكل ٦٤) — يوضح تجربة الاستدلال على حركة الثلاجات .

فاذا شوهد هذا الخط بعد مضى يوم مثلا يرى أنه قد تحول الى منحنى ذلك لان الاوتاد التى فى الثلج قد غيرت جميعا مراكزها اذ تقدمت فى اتجاه انحدار الوادى. على أن هذا التقدم أكثر فى الاوتاد الوسطى منه فى الاوتاد القريبة من الجانبين بينما الاوتاد التى فى الارض اليابسه لم تغير مركزها طبعا . فاذا شاهدنا الاوتاد بعد عدة أيام وجدنا أن تقدمها قد استمر وأن الاوتاد الوسطى قد بلغت مسافة أكبر مما بلغته الاوتاد الجانبية وهلم جرا . ومن ذلك يستنبط : —

(أولا) أن الثلج فى الثلاجات ينحدر فى الوادى بحركة مستمرة بطيئة .

(ثانياً) أن الجزء الاوسط من الثلاجة يسير بسرعة أكثر من الجانبين وذلك طبعاً لاحتكاك الثلج بالصخور المكونة للشاطئين .

وهذا ينطبق مع مايحدث فى الانهار اذ سرعة التيار أكبر فى وسط النهر منها على جانبيه .

وتختلف سرعة الثلاجات باختلاف حجمها وانحدار وديانها وباختلاف فصول السنة. فاذا كانت وديانها كبيرة الانحدار كانت سرعتها أكبر كما أن السرعة تزيد مع ارتفاع حرارة الجو اذ أن ذوبان الثلج على الجانبين يسهل الحركة بتقليل الاحتكاك.

وقد قدرت سرعة بعض الثلاجات فوجدت أنها تتراوح من ٢ الى ٥ سنتيمترات فى الأربع والعشرين ساعة بينما فى بعضها تبلغ هذه السرعة نحو ١ر٢٥ متر فى الاربع والعشرين ساعة .

وترى سطوح الثلاجات تقطعها شقوق عديدة قد يبلغ عمقها عدة أمتار فهى من الاخطار التى يتعرض لها من يريد أن يقطع الثلاجة من ناحية لأخرى خصوصا

فى فصل الشتاء حيث تغطى سطح الثلاجة أكوام من الثلج السائب تختفى تحتها مواضع الشقوق .

وقد تكون هذه الشقوق طولية أى فى اتجاه سير الثلاجة وقد تكون عرضية (انظر الشكلين رقمى ٦٥ و ٦٦) .

(شكل ٦٥) قطاع يوضح الشقوق الطولية فى الثلاجة

وترجع هذه الشقوق لعدم انتظام الوادى الذى ينحدر فيه الثلج . فالشقوق الطولية ترجع لضيق الوادى ثم اتساعه مما يؤدى الى ضغط الثلج عند المضايق ثم تفكك بعضه من بعض ليملأ فراغ الوادى عند اتساعه .

وأما الشقوق العرضية فترجع لوجود عقبات كالمساقط مثلا فى باطن الوادى مما يؤدى الى تشقق الطبقات العليا من الثلج (انظر الشكل رقم ٦٦).

(شكل ٦٦) قطاع يوضح الشقوق العرضية بالثلاجة

أما العمل الذى تقوم به الثلاجات كعامل من العوامل المؤثرة فى سطح الارض اليابسة فينقسم قسمين :

(أولا) حمل المواد الصخرية من أعالى الجبال الى أسفل الوديان.

(ثانيا) نحت الوديان التى تجرى فيها .

(١) قدمنا أن الصقيع يسبب تهشيم الصخور فى المناطق الباردة وذكرنا شيئاً عن الانهيارات التى تنتج عن تراكم الثلوج على الجبال. هذه المواد الصخرية الناتجة من هذه العوامل جميعها تهبط الى سطح الثلاجات فتكون على سطحها خطين موازيين لجانبى الثلاجة. ويسمى كل خط منهما (lateral morraine)(أنظر الشكل رقم ٩٥) .

فاذا تقابلت ثلاجتـان فالتحمتا فى مجـرى واحد كما تلتقى روافد الأنهـار فان بعض هـذه الخطوط الجانبية تلتحم بدورها فتـكون خطوطا فى وسط الثلاجة تسمى (medium morraines) (انظر الشكل رقم ٦٧) .



(شكل ٦٧) يوضح تكوين خطوط الرواسب على سطح الثلاجة

فاذا تعددت الروافد تعددت هذه الخطوط حتى لترى سطح الثلاجة تقطعه خطوط طوليـة من هذه المواد الصخرية التى هبطت على سطحها من الجبال المحيطة بواديها فتنتقل معها من أعالى الجبال الى أسفل الوديان .

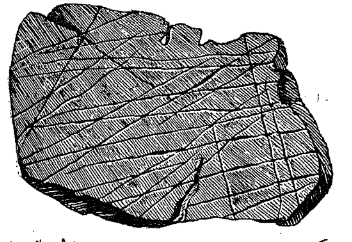
وقد تنزلق هذه القطع الصخرية الى شقوق الثلاجة فتستمر فى سيرها بباطن الثلاجة وقد تبلغ فى انزلاقها الى قاع الثلاجة فتكتسحها فى سيرها على قاع الوادى.

وبهذه الطرق جميعاً تنقل الثلاجات مقادير عظيمة من المواد الصخرية حتى اذا بلغت فى سيرها منسوبا لاتسمح حرارة الجو فيه باستمرارها كثلاجـة يذوب الثلج وتستحيل الثلاجة الى نهر من الماء الجارى وعند ذاك تلقى الثلاجة بما كانت تحمله من مواد صخرية فى أكوام عديمة النظام تسمى (terminal morraines) .

وتختلف رواسب الثلاجات عن رواسب الأنهار فى أنهـا أكوام غير منتظمة قـد تختلط فيها الجلاميد الـكبرى بالحصى والرمال والغرين الدقيق . فهى ليست كالرواسب النهرية مرتبة على حسب قوة النهر على العمل. ذلك لأن الثلاجة تحمل على سطحها وفى باطنها كل ما يهبط اليها من مواد مهمـا بلغت حجما ووزنا . فاذا ألقت بها فانما فى أكوام مختلطة غير منتظمة .

(٢) أما قوة الثلاجات على نحت الوديان التى تنحدر فيهـا فهى على كل حال أقل كثيراً من قوة الأنهار على ذلك . وهى ترجع الى ما يتخلل الشقوق من قطع الصخر فينحدر الى قاع الثلاجة فتكتسحه فى قاعها . فاذا احتكت هذه المواد

بالصخور المكونة للوادى فانهـا تبريها وتصقلها وقـد تترك القطع الصخرية الصلبة خدوشا فى صخور باطن الوادى موازية لاتجـاهه . وهى من الظواهر التى يستدل منها على سابقة وجود الثلاجات فى الوديان التى انقشعت عنها الآن لسبب من الأسبـاب . كذلك قطع الصخور التى تـكتسحهـا الثلاجات فى أسفلهـا تحتك بالصخور المكونة لقاع الوادى فتؤثر فيها هذه وتبريها فى اتجاه واحد فلا تستدير كما تستـدير الحصيات التى تنقلهـا الأنهار ولـكنها قد تخـدش فى خدوش طولية فتسمى (Striated-stones) وهى من أهم صفات رواسب الثـلاجات (أنظر الشكل رقم ٦٨) .



(شكل ٦٨) قطعة من حجر مخدوش من رواسب الثلاجات

فمما تقدم نرى أن للمناطق التى كان للثلج والثلاجات أثر كبير فى تعريتهـا صفات ثلاثة :

(أولا) انتقال كتل كبيرة من الصخر من مكان لآخر قد يبعد عنه مسافات بعيدة وهى مايسمونها (erratic blocks) . وهو ما لا يتيسر للأنهار أو العوامل الاخرى القيام به .

(ثانيا) أن تكون بطون الوديان فيها مصقولة ومخدوشة فى خدوش طولية.

(ثالثا) وجود أكوام من الصخور المختلطة غير منتظمة ومن بين حصياتها قطع مخدوشة خدوشا طولية متوازية .

وقد تتوافر هذه العلامات الثلاثة فى مناطق هى الآن بعيدة عن أن يكون للثلج والثلاجات أثر فى تعريتها فيستنبط من ذلك أن الثلوج كانت فى عصر جيولوجى

سابق أهم العوامل المؤثرة فيها . وقد استدل من ذلك على أن جزءاً كبيراً من القارة الاوروبية كانت تغطيه الثلوج فى عصر متأخر من العصور الجيولوجية يسمونه بعصر الجليد (Ice-Age) .

هذا وقد قدمنا أن الثلج فى المناطق القطبية يغطى الارض جبالها ووديانها حتى شواطىء البحار. فهناك تنزلق الثلاجات الى البحار فتنفصل منها الكتلة تلو الأخرى وهذه تسبح فى البحر وهى ما يسمونها كتل الثلج الهائمة (Icebergs) (شكل ٦٩) .

(شكل ٦٩) يوضح تكوين كتل الثلج الهائمة بالمناطق القطبية

وقد تبلغ هذه حجوما كبيرة فتغمرها مياه المحيط فلا يبرز منها على السطح الا بمقدار سبعها أو ثمنها. وعلى هذه الحالة تندفع مع التيارات البحرية فتصبح خطرا على الملاحة فى الأجزاء الشمالية من المحيط الأطلسى والهادى خصوصاً فى فصل الربيع . وقد نذكر غرق الباخرة تيتانيك وهى تعبر ذلك المحيط من جراء اصطدامها بأحدى هذه الكتل الثلجية العظمى .

أما من حيث تأثيرها فى سطح الأرض فقد تحمل هذه الكتل معها قطعاً من الصخر تلتقطها من سطوح القارات فاذا ذابت فى مياه البحر ألقت بها فرسبت على قاع المحيط .

الكائنات الحية وأثرها فى سطح الارض .

للنباتات والحيوانات التى تعيش على وجه الأرض وفى البحار والمحيطات أثر واضح فى سطح اليابسة . ويختلف هذا الأثر باختلاف أنواع الحياة وباختلاف الظروف المحيطة بها. فقد تكون من عوامل الهدم والتدمير (destructive)وقد يكون من أثرها حماية سطح الأرض الذى تنمو فوقه (protective) كما أن لبعضها أثراً فى الاضافة الى هذا السطح (constructive) .

فللنباتات قدرة على تفتيت الصخور بما ترسله بين جزيئاتها وفى مسامها وشقوقها من جذور. كما أنها عند تحللها تتكون منها بعض أحماض عضوية تذيبها مياه الأمطار فتصبح بفضلها عاملا قويا فى التأثير فى الصخور .

كذلك لبعض الحيوانات كالديدان والفيران والأرانب والسحالى خاصة الحفر فى الأرض . وقد يتكاثر بعضها فى نقطة معينة فتصبح من عوامل التعرية النشيطة فيها. كذلك لبعض المحارات البحرية من نوع ليتودوموس(.Lithodomus) قدرة على ثقب الصخور والخشب وقد تتكاثر هذه على شواطىء وتكون من العوامل الهامة المؤثرة فى صخورها .

ولايخفى مايقوم به الانسان أحيانا من الأعمال كتحويل مجارى الأنهار وقطع الغابات مما يؤدى الى تنشيط عوامل التعرية فى بقاع معينة من الأرض .

على أنه من ناحية أخرى قد رأينا كيف أن النباتات قد تقوم بدور آخر هو حماية الصخور من غائلة عوامل التعرية الأخرى . فالحشائش التى تكسو التربة السطحية فى البلاد المعتدلة المناخ تحول دون أن تكتسح هذه التربة مياه الأمطار والسيول كما أن جذور الأشجار تتدخل فى هذه التربة فتحدث تماسكا بين ذراتها . وقد أشرنا عند التكلم على كثبان الرمال أن هناك نباتات تنمو عليها فتحول دون تأثير الرياح فى سطحها فتثبته وتقف انتقالها .

كذلك نعلم أن فى منطقة السد فى أعالى السودان تنمو الحشائش فتقف حائلا فى سبيل نهر النيل الذى يضطر لأن ينتشر على مساحة واسعة فلا ينحر له فى الصخور مجرى معينا .

وقد تقوم النباتات وبعض الحيوانات بدور آخر هو الاضافة للقشرة الأرضية بما يرسب عليها من رواسب ناتجة من مجهود هذه النباتات والحيوانات. فالأراضى النباتية السوداء (Humus) تنتج من استمرار نمو نباتات فى أرض طينية لمدة طويلة واكتساب التربة لمواد عضوية ناتجة من تحلل بقايا هذه النباتات .

وأمثلة هذه الأراضى معروفة بالهند وشمال أمريكا وفيها يزرع القطن والدخان .

كذلك تتكون الطبقات النباتية (Peat) من تراكم النباتات فى المستنقعات وعند مصبات الأنهار حيث تختلط بمواد طينية ورملية . ومن مثل هذه الرواسب تكونت طبقات الفحم الحجرى فى العصور الجيولوجية القديمة .

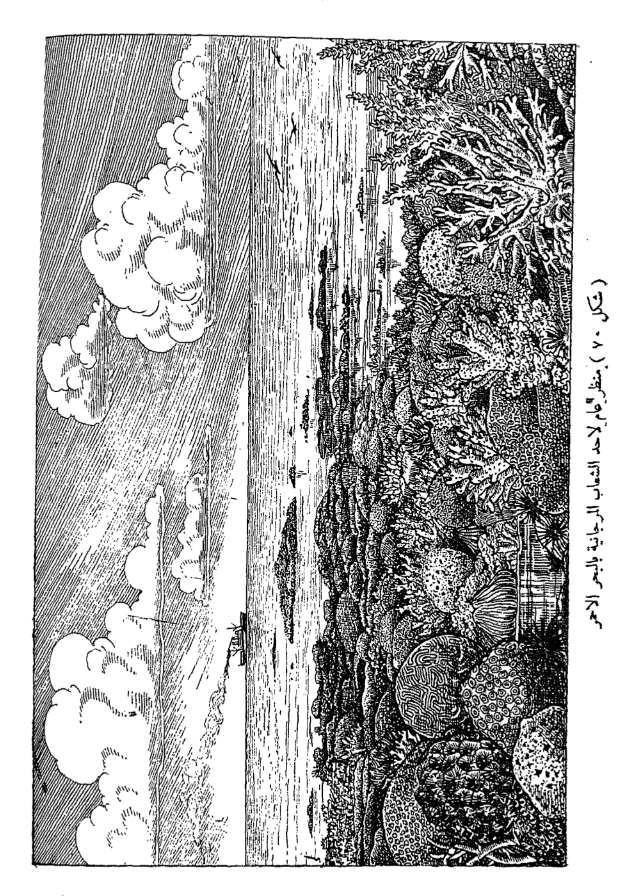
وهناك نباتات بحرية دنيئة مكونة من خلايا مجهرية من مادة أوكسيد السليكون (Diatoms) تعيش بكثرة عظيمة في بعض البحار والمستنقعات . وهذه تموت فتتراكم خلاياها وتتكون منها طبقات من الصخر تسمى حجر طرابلس (Tripoli-Earth) وتستعمل كمادة للصقل وفى صناعة المفرقعات .

وقد تكون الحيوانات البحرية أظهر أثراً من غيرها فى هذه الناحية فقد قدمنا عند التكلم عن الرواسب التى تتكون منها الصخور الجيرية أن أغلب هذه الرواسب يتكون من محارات مجهرية لفصيلة من الحيوانات المعروفة بالفو رامينيفرا (Foraminifera) التى تعيش بكثرة فى بعض البحار فاذا ماتت سقطت محاراتها الى القاع حيث تتراكم وتكوّن رواسب جيرية قد تبلغ أحيانا سمكا عظيما .

ومن هذا النوع أيضاً الشعاب المرجانية (Coral Reefs) وهى مستعمرات تقوم بتشييدها حيوانات بحرية خاصة لتأوى اليها . وهذا النوع من الحيوانات ينمو ويتكاثر فى مياه لا يزيد عمقها عن ٣٥ متراً ولا يقل متوسط حرارتها عن ٢٠ درجة بمقياس سنتجراد. فهى اذن مقصورة على البحار القريبة من خط الاستواء والمدارين. كما أنها لاتنمو الا فى مياه رائقة أى بعيدة عن مصبات الأنهار .

فاذا توافر فى بحر من البحار صفاء الماء والحرارة المعتدلة تكوّنت على شواطئه وحول الجزائر فيه مستعمرات مرجانية تشبه الأشجار فى نموها . وقد يبدو بعضها فى أشكال منتظمة غاية فى الدقة والجمال (انظر الشكل رقم ٧٠) .

ومن أحسن أمثلة الشعاب المرجانية ما يرى على شواطىء البحر الأحمر وخليج السويس وفى المحيطين الهادى والهندى . وهى تنمو فى خطوط تمتد على الشاطىء نفسه أو على مقربة منه وتغطى كل بروز فى قاع البحر يبلغ الى ما تحت سطح الماء بقليل . وهى لذلك من أسباب مخاطر الملاحة فى هذه البحار .

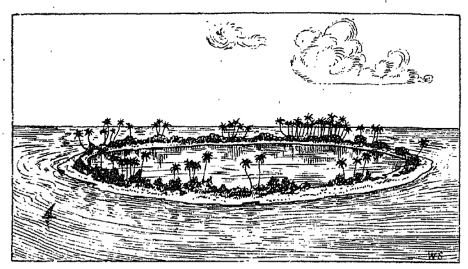


(شكل ٧٠) منظر عام لاحد الشعاب المرجانية بالبحر الاحمر

وهناك فى المحيطين الهادى والهندى جزائر مستديرة الشكل يسمونها (Atolls) هى عبارة عن حلقة من الشعب ظاهرة على سطح الماء فى داخلها بحيرة مالحة قليلة

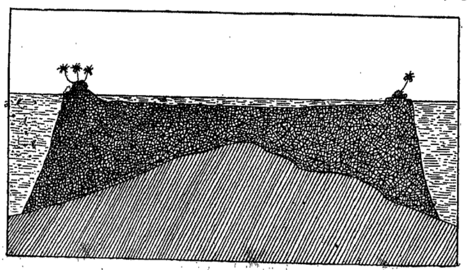
العمق . وقد تكون الدائرة غير تامة فيكون هناك اتصال بين البحيرة والمحيط .

بعض هذه الجزائر تغطيه مياه المحيط وقت المد فهو غير مسكون. والبعض يعلو عن منسوب المد وقد ينمو على سطحه النخيل فهو مسكون على أن عرض الارض فيها لايزيد على ٥٠ الى ٥٠٠ متر ولا يزيد ارتفاعها عن سطح الماء على ثلاثة أمتار (انظر الشكل رقم ٧١) . ويفسرون تكوينها بوجود جبال مغمورة تحت سطح



(شكل ٧١) منظر عام لاحدى جزائر الشعب المستديرة " Atoll " بالمحيط الهادى

المحيط تصل قممها الى ما دون سطح الماء بقليل تنمو عليها مستعمرات مرجانية حتى اذا بلغت فى نموها الى مافوق سطح الماء تكونت الجزائر . وقد تكون هذه الجبال المغمورة براكين قديمة تنمو المستعمرات المرجانية على فوهتها (انظر الشكل رقم ٧٢).



(شكل ٧٢) قطاع يوضح طريقة تكوين الجزائر الشعبية المستديرة

العوامل الداخلية المؤثرة فى سطح الأرض

دلت المشاهدات على أن تغيير درجة حرارة الجو لا يمتد أثره فى القشرة الأرضية الا لعمق محدود فما تحت ذلك تكون حرارة الأرض مستقلة عن تغيير حرارة السطح. وقد ذكرنا أن هذه الحرارة الداخلية ترتفع بنسبة درجة واحدة بمقياس سنتجراد لكل ٣٠ مترا من العمق تقريباً. كذلك نستدل من البراكين ومن العيون الحارة ومن المشاهدات فى المناجم والآبار العميقة أن جوف الأرض على حرارة مرتفعة جداً.

وقد وجدنا من الطبيعى أن نستنبط مما تقدم ومن اعتبارات أخرى أشرنا اليها فى الباب الأول من هذا الكتاب أن القشرة الأرضية اليابسة قد يبلغ سمكها نحو ٦٠ كيلو متر تليها فى جوف الأرض مواد معدنية على حالة من الحرارة والضغط تجعلها إما مصهورة أو صلبة صلابة غير ثابتة بحيث تنصهر بمجرد حدوث أى تعديل فى الحرارة أو الضغط الواقع عليها .

ومن ذلك نرى أن جوف الأرض على حالة غير مستقرة وان القشرة اليابسة المحيطة به قد تنتابها من جراء عدم استقراره حركات وتظهر فيها ظواهر تؤثر فيها تأثيراً ظاهراً . وهذه الظواهر على ثلاثة أنواع : —

(١) البراكين .
(٢) الهزات الأرضية العنيفة — الزلازل .
(٣) التقلصات الأرضية البطيئة .

البراكين (Volcanoes)

يعرّفون البركان أحياناً بأنه جبل تخرج منه النار. وهو تعريف خطأ اذ ليست بالبراكين مواد تحترق فيخرج لهيبها من فوهاتها كما يفهم من هذا التعريف . والأصح ان البركان مخرج أو فتحة فى القشرة الأرضية تسمح للمواد المصهورة والغازات المحبوسة فى جوف الأرض بالخروج الى سطحها .

والبركان يتكون من ثلاثة اجزاء (انظر الشكل رقم ٧٣) .



(شكل ٧٣) قطاع يوضح تقسيم البركان الى اجزائه الثلاثة

(١) القصبة (Neck). وهى تجويف اسطوانى يخترق القشرة الأرضية فيصل بين معين المواد المصهورة وسطح الأرض.

(٢) الفوهة (Crater) . وهى الفتحة العليا التى تنبعث منها الغازات والحمم . (انظر الشكل رقم ٧٤)

(شكل ٧٤) الفوهة الحالية لبركان فيزوف وهى واقعة داخل فوهة قديمة هدمت فى احدى ثورانات البركان السابقة

(٣) المخروط (Cone). وهو الجبل المخروطى الشكل الذى يتكون من تراكم المواد المصهورة حول القصبة .

وتختلف البراكين شكلا كأن يكون مخروطها منفرجا أو محدبا وأن تتوسط فوهته المخروط أو تكون على جانب منه .

وقد يكون البركان جبلا صغيرا لا يزيد ارتفاعه على مائة متر على أن بعضها قد يبلغ ارتفاعا عظيما بحيث يصبح من أعلى القمم على سطح الأرض كبركان كوتوباكسى (Cotopaxi) بجبال الأنديز فى جنوب أمريكا الذى تزيد قمته على ٦٠٠٠ متر فوق سطح البحر . وبركان اتنا (Etna) بجزيرة صقلية الذى يرتفع ٣٥٠٠ متر عن منسوب البحر .

قليل من البراكين دائم الثوران كبركان سترومبولى (Stromboli) باحدى الجزائر الايطالية بالبحر الأبيض المتوسط الذى تنبعث من فوهته الأبخرة والغازات وتصب من فوهته المواد المصهورة مرة كل دقيقتين . على أن هذا النوع من

البراكين نادر اذ الأغلب بينها أن يكون منقطع النشاط يثور فى فترات غير منتظمة تتخللها فترات سكون وخمود .

وبركان فيزوف (Visuvius) القريب من مدينة نابولى بجنوب ايطاليا هو أشهر البراكين لوجوده ببلاد قديمة المدنية ولكثرة المشاهدات والدراسة التى أجريت عن حركته وثورانه . وقد لوحظ أن ثورانه تسبقه ظواهر تدل على قرب حدوثه كان تهتز الأرض فى المناطق المجاورة له وتنبعث منها أصوات تشبه قصف المدافع . وقد تنضب عيون الماء فيما حوله لتشقق الأرض وتسرب الماء الى هذه الشقوق الجديدة . ثم تنبعث كميات هائلة من الأبخرة والغازات من فوهة البركان تعقبها أتربة ومقذوفات تتناثر من الفوهة . وأخيراً ينفجر البركان كما فى الصورتين باللوحة السابعة عشرة فى سلسلة من الانفجارات مصحوبه بأصوات هائلة وتسيل من فوهته ومن شقوق فى مخروطه مواد معدنية مصهورة هى الحمم تسيل على جوانبه وقد تنحدر الى مسافات بعيدة قبل أن تتصلب ويقف سيلها .

بعد ذلك يخفت الثوران تدريجا . وقد يبقى ساكنا لبضعة أيام أو أسابيع أو شهور أو سنين ينفجر بعدها وهكذا دواليك .

ومن أقدم الثورانات المعروفة فى تاريخ هذا البركان ماحدث عام ٧٩ ميلادية اذ كان ثوراناً شديداً انفجرت من فوهته كميات هائلة من الرماد تراكمت على مدينة بومبى (Pompeii) فغطتها وأهلكت من بها فاندثرت . واندلعت من فوهته سيول الحمم فغمرت مدينة هركيولانيوم (Herculaneum) التى كانت عند أسفل الجبل فغطتها بطبقة سميكة من البازلت يعملون حتى الان لازالتها وكشف ماتحتها من مدنية بادت واندثرت .

ومن أمثلة البراكين المتقطعة النشاط بركان إتنا بجزيرة صقلية . وقد يخمد سنين طويلة تغطى قمته فيها الثلوج على أنه لا يلبث أن ينشط فجأة فينقلب سكونه وهدوءه ثوراناً عظيما تندلع من فوهته الحمم المصهورة تغمر القرى المجاورة فتهدمها وتهلك أهلها . وقد ثار فى شتاء عام ١٩٢٨ ثوراناً مريعاً اندلعت منه سيول الحمم فانحدرت الى بعض من القرى الواقعة على سفحه فدمرتها .

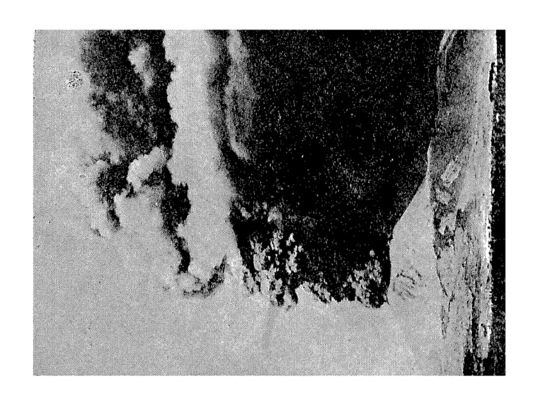
وتختلف المواد التى تنبعث من أفواه البراكين الى ثلاثة أنواع :—

(١) أجسام صلبة — كالرماد والمقذوفات البركانية .

(٢) مواد مصهورة سائلة — الطفوح أو الحمم البركانى .

(٣) مواد غازية — كبخار الماء وغاز ثانى أوكسيد الكربون والغازات الأخرى .

(اللوحة ١٧)



(أ) انفجار بركان فيزوف في ١٣ أبريل عام ١٩٠٦ .



(ب) انفجار بركان مونت پيليه في ١٦ ديسمبر عام ١٩٠٢ .

الرماد البركانى (Ashes) ــ موادمعدنيةتخرج من البركان على شكل ذرات دقيقة صلبة تنفجر مع الغازات والأبخرة تحت ضغط شديد فتنتشر فى الجو وقدترسب حول المخروط أو تحملها الرياح الى مسافات بعيدة قبل هبوطها الى السطح .

وقد شوهد هبوط الرماد البركانى المنبعث من بركان فيزوف بعد أحدى ثوراناته فى مدينة القسطنطينية. وقد انفجر بركان كراكاتوا بجزيرة جاوه سنة ١٨٨٣ فحملت الرياح الرماد وبقى فى الجو مدة طويلة حتى أنه دار حول الارض قبل هبوطه نهائياً على السطح .

ويرجع خصب أراضى جزيرة جاوة الى مايتراكم على سطحها من الرماد البركانى المنبعث من براكينهــا . ولقد قدمنا أن تراكم الرماد هــو الذى دمر مدينة بومبيى وأهلك أهلها فى عام ٧٩ بعد الميلاد .

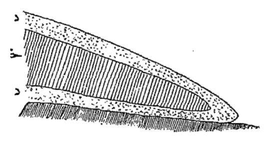
المقذوفات البركانية (Bombs) — قطع من الصخر اهليلجية(ellipsoidal) تبلغ فى المتوسط حجم جوزة الهند وتوجد أحيانا منثورة على جوانب المخروط.وهذه تنفصل عن باقى المواد المصهورة قبل خروجهامن البركان بقوةانفجار الأبخرة والغازات فتنطلق فى الهواء كما تنطلق القنبلة من فوهة المدفع فى حركة حلزونية سريعةهى التى تعطيها شكلها الأهليلجى المعروف (انظر الشكل رقم ٧٥) .

(شكل ٧٥) مقذوف بركانى

الطفوح البركانية — الحمم (Lava) — يطلق هذا الاسم على ما يندلع من فوهة البركان ومن شقوق فى جوانب مخروطه من مواد معدنية مصهورة .هذه المواد تصعد من جوف الأرض الى قصبة البركان كما تصعد السوائل فى الاناء عند غليانهــا . فاذا بلغت فوهة البركان أو الشقوق التى تظهر أحيــاناً فى مخروطه تسيل على السطح فى مجار غيرمنتظمة. وتسيل الحمم عند تدفقهامن فوهة البركان بسرعة قد تبلغ ثمانية أمتار فى الثانية.على أنها سرعان ما تبرد بتعرضهــا للجو فتستحيل عجينة ثقيلة تتباطأ فى سيلها كلما بعدت عن الفوهة حتى تقف نهائياً .

وتختلف سيولة الحمم باختلاف تركيبها فاذا كانت حمضية أى غنية بثانى أوكسيد السليكون تكون قليلة السيولة لسرعة تصلبها. والعكس فى الحمم القاعدية فهى أكثر سيولة وقد تنحدر لمسافات بعيدة على مخروط البركان .

وقد قدرت درجة حرارة الطفوح البركانية وقت اندلاعها من البراكين بنحو ١٠٠٠ درجة بمقياس سنتجراد. على أنها بملامستها لسطح المخروط وبالجو سرعان ماتبرد فتتصلب منها الطبقة العليا الملامسة للهواء والطبقة السفلى الملامسة للمخروط . أما مابين ذلك فيبقى طويلا على حالة الانصهار فيتصلب ببطء . ولذلك فالطبقات السطحية من الحمم تكون عادة زجاجية التركيب بينما الاجزاء الوسطى متبلورة تبلورا غير ظاهر الا تحت المجهر ولكنها تنفصل فى أعمدة سداسية منتظمة . وترى أمثلة ذلك فى بقايا الحمم البركانية القديمة فى اسكتلاندا وشمال ايرلاندا (أنظر الشكل رقم ٧٦).

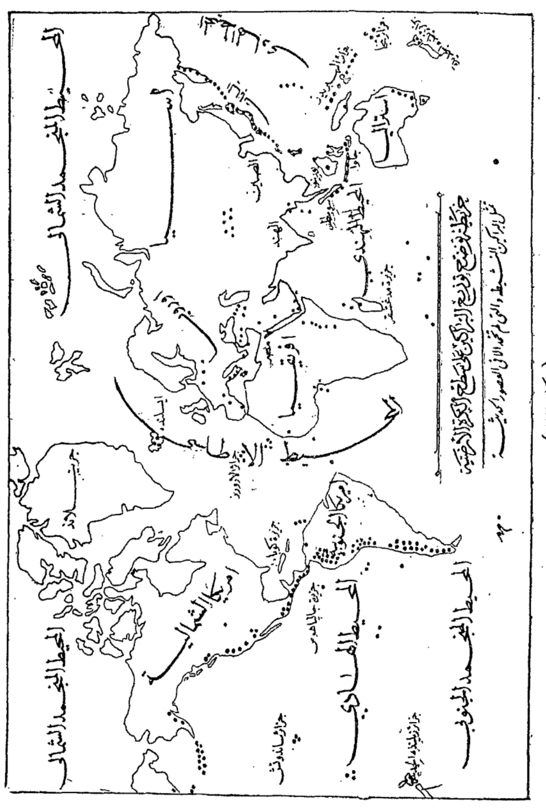


(شكل ٧٦) قطاع تخيلى فى حمم بركانى يوضح إختلاف درجة التبلور فى اجزائها

د = دقيق التبلور أو زجاجى ح = خشن التبلور

الأبخرة والغازات البركانية

قدمنا أن ثوران البراكين يسبقه عادة انبعاث كميات عظيمة من الغازات والأبخرة . كذلك تخرج الغازات من البراكين وقت سكونها . ويغلب فيها أن تكون بخار الماء وغازات أحماض الأيدروكلوريك أو الكبريتيك أو النوشادر أو الهيدروجين المكبرت . وهذا يختلف فى البراكين المختلفة . كذلك تختلف حرارة هذه الأبخرة فتتراوح بين ٥٠٠ درجة و ١٠٠ درجة بمقياس سنتجراد . ومن البراكين الساكنة ينبعث عادة بخار الماء وغاز ثانى أوكسيد الكربون . وقد تنبعث هذه بكميات عظيمة تتكون منها سحب وضباب يهبط على البلاد المجاورة فيهلك من فيها كما حدث فى بلاد المارتينيك عامى ١٩٠٢ و ١٩٠٣ حيث أزهقت غازات ثانى أوكسيد الكربون المنبعثة من براكين ساكنة فيها نيفاً وأربعين ألف نسمة .


خريطة توضح توزيع البراكين على سطح الكرة الأرضية
المحيط المتجمد الشمالي
المحيط الأطلسي
أمريكا الشمالية
المحيط الهادي
المحيط المتجمد الجنوبي
المحيط الهندي
أستراليا

(شكل ٧٧)

التوزيع الجغرافى للبراكين

يبلغ عدد البراكين المعروفة على سطح الأرض نحو ٣٠٠ بركان تتمتع بدرجة معينة من النشاط على أن أغلبها كما قدمنا من النوع الذى يثور أحيانا ويخمد فيما بين ذلك. هذه البراكين إما على حافات مناطق الهبوط العظمى كأحواض البحار والمحيطات وإما على مقربة من خطوط ضعف يعرفها الجيولوجيون بالفوالق (faults) تعتور القشرة اليابسة نتيجة تقلصات سيأتى الكلام عنها .

ومن الخريطة الجغرافية المبينة بالشكل رقم ٧٧ نرى توزيع البراكين حول حوض البحر الابيض المتوسط ومنها فيزوف واتنا وسترومبولى وبعض البراكين تحت ماء البحر عند جزائر سانتورين اليونانية. وفى المحيط الاطلسى توجد البراكين بجزيرة القديسة هيلانة وجزائر الكناريا والازورز وايسلانده. وفى المحيط الهندى فى جزائر موريس والريونيون. وحول المحيط الهادي توجد في جبال الانديز بامريكا الجنوبية (بركان كوتوباكسى) وفى المكسيك وجبال الروكى وفى الاسكا وكمتشاتكا وكوريل . وفى اليابان وجاوه وزيلنده الجديدة .

كذلك فى أواسط أفريقيه توجد بعض البراكين قريبة من الفوالق التى تهبط بسببها منطقة كبيرة من سطح الارض فى ذلك الجزء من القارة .

عدا هذه البراكين التى تثور أحيانا فهناك عدد عظيم من براكين خامدة منذ أمد طويل يستدل على سابق وجودها بما تركته وراءها من حمم ورماد وما أحدثته من تحول فى الصخور المحيطة بها من جراء حرارة المواد المصهورة التي اندلعت من فوهتها . ومن أمثلة هذا النوع البراكين القديمة المعروفة فى منطقة (Puys de Dôme) بجنوب فرنسا .

أسباب ظهور البراكين

ان التوزيع الجغرافى للبراكين كاف ليفسر أسباب تكوينها . فقد أوضحنا أنها تظهر دائما إما على مقربة من حافات مناطق الهبوط العظمى فى القشرة الأرضية أو على اتصال بخطوط ضعف أو فوالق تنتاب تلك القشرة .

ففى الحالة الأولى توجد البراكين فى جزء متجعد من القشرة الأرضية وهذا التجعد يجعل القشرة ضعيفة بحيث تنشق من جراء الضغط الواقع عليها من الداخل

فحيث يزيد هـذا الضغط عمـا يمكن للقشرة احتماله تنشق هـذه وتتمكن المواد المعدنية المصهورة فى جوف الأرض من الخروج الى السطح. ومن ثم تنشأ البراكين . كما فى الشكل رقم ٧٨ .

(شكل ٧٨) قطاع تخيلى يوضح تشقق القشرة عند حواف القارات . وهو من أسباب تكوين البراكين .

أما فى الحالة الثانية فهذه الفوالق العظمى نفسها هى شقوق تنتاب القشرة الأرضية فتحدث اتصالا بين جوفها وسطحها .

أما السبب المباشر للثوران فقد قام اختلاف على تفسيره .فهناك قول بأنه ناتج من انزلاق بعض أجزاء القشرة اليابسة على ما تحتها من المواد المصهورة فبازدياد الضغط عليها تصعد فى الشقوق وتصل الى السطح.وهناك قول آخر بأن مياه البحار تتسرب فى الشقوق الى داخل الأرض فترتفع حرارتها وتتبخر فجأة فتنفجر ويحدث الثوران . وهنالك رأى ثالث أن الثوران راجع لتجمع الغازات المـذابة فى المـواد المصهورة ثم انفجارها بعد بلوغها ضغطاً معيناً .

فالبراكين بالنسبة لبـاطن الأرض كصمام الأمان (Safety-valve) بالنسبة لمراجل الآلات البخارية .

الظواهر الشبيهة بالبركانية

وهناك ظواهر قد يرجع أصلها لعوامل بركانية اذ توجد غالباً فى مناطق بركانية قد هدأ ثورانها وخمدت براكينها جميعاً.ومن هذه:ـ البراكين الكبريتية (Solfatara). والبراكين الطينية(Mud-volcanoes). والفوّارات(Geysers).والعيون الحـارة (Hot-springs) .

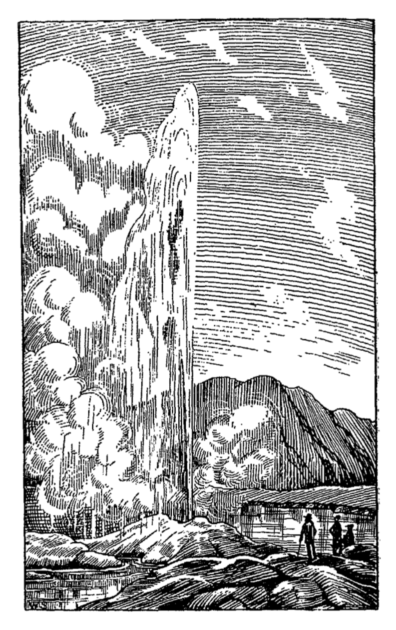
البراكين الكبريتية (Solfataras) — عبارة عن فوهات براكين خامده ينبعث منها بخار الماء وغاز الهيدروجين المكبرت وغازات أحماض كبريتية أخرى. وهذه بمجرد تعرضها للجو يرسب منها معدن الكبريت حول فوهة البركان . وقد تتراكم هذه الرواسب فى طبقات سميكة فتصبح صالحة للاستغلال. ومن هذا النوع براكين كثيرة فى جنوب ايطاليا حيث تستغل كأغنى مورد لمعدن الكبريت ويبلغ مقدار ما تنتجه من الكبريت فى العام نحو ٢٠٠٠٠٠ طن .

وفى بزولس (Puzzoles) قرب مدينة نابولى بجنوب ايطاليا تنبعث هذه الغازات على حرارة ٣٦٠ درجة بمقياس سنتجراد . وهذه الحرارة يحولونها الى قوة كهربائية يستعملونها فى الصناعات المختلفة . وتوجد أمثال هذه البراكين الكبريتية فى جزائر ليبارى (Lipari) وفى شيلى (Chili) ويرسب من غازاتها الكبريت والبوريك والشب .

البراكين الطينية (Mud-volcanoes) - عبارة عن رواسب طينية تنبعث من باطن الأرض مصحوبة بغازات كربونية أو هيدروكربونية. وهذه يغلب وجودها فى المناطق البترولية قرب باكو بالقوقاز وفى المكسيك وغيرها . والسبب فى تكوينها راجع لصعود الغازات الكربونية التى تنبعث من زيت البترول وهذه تكتسح معها بعض المياه التى فى طبقات الصخور فاذا قابلتها طبقات طينية اختلطت هذه بالمياه وخرجت الى السطح فى نوافير مياه طينية . ويقدرون أن هذه البراكين الطينية من العلامات الدالة على وجود زيت البترول فى باطن الأرض .

الفوارات الحارة (Geysers) — فوهات فى الأرض تقذف مياها ساخنة فى فترات منتظمة . وأشهرها الفوارات المعروفة فى جزيرة ايسلانده حيث توجد نحو مائة منها . كذلك فى جزائر زيلنده الجديده بقرب أحد البراكين بها .

ومن الفوارات المشهورة الموجودة فى جبال الروكى فى أمريكا الشمالية بالمنطقة المعروفة باسم (Yellowstone Park) كما فى الشكل ٧٩ .



(شكل ٧٩) منظر احدى الفوارات الحارة بجبال الروكى بامريكا الشمالية وقت انفجارها .

وأغلب هذه الفوارات تقذف مع مياهها موادا سيليسية و بعضها موادا جيرية ترسب حول فوهاتها .

ويبعث على انفجار الشبابة تسرب المياه الى قصبتها من الشقوق المؤدية اليها وارتفاع حرارة الماء بملامسته للصخور الساخنة المحيطة بالقصبة. فاذا امتلأت القصبة فان الجزء الاسفل منها قد يبلغ الماء فيه درجة من الحرارة فوق درجة الغليان ولكنه لايتحول الى بخار نظراً للضغط الواقع عليه من عمود الماء الذى يعلوه . على انه بازدياد الحرارة يتمدد الماء فيفورمنه جزء عند

(شكل ٨٠) قطاع يوضح طريقة فوران الفوارات الحارة

فوهة الفوارة وبذلك يقل الضغط الواقع على ما بأسفل الفوارة فيستحيل فجأة الى بخار يطرد الماء الذى يملأ القصبة الى الهواء بقوة كبيرة . ثم تهدأ الفوارة لفراغ قصبتها من الماء فيبدأ هذا بالتسرب اليها من جديد وهكذا تتكرر العملية نفسها على التوالى . ونظرا لان قصبة الفوارة تحتاج الى وقت معين لتمتلىء بالماء فان ثوران الفوارات يكون عادة منتظما يفصل كل ثوران عما يليه وقت محدود (انظر الشكل رقم ٨٠) .

العيون الحارة (Hot-springs) مياه تنفجر من باطن الأرض على حرارة مرتفعة وأحيانا تكون مشبعة بمواد معدنية كالكبريت والأملاح المختلفة. وتوجد العيون الحارة غالبا على امتداد الفوالق (faults) التى سبق أن أشرنا اليها . وقد توجد فى مناطق لا أثر للتفاعل البركانى فيها .

وهذه العيون تنتج من تسرب مياه الأمطار أو البحار الى خطوط الفوالق فتغور بها الى أعماق كبيرة فترتفع حرارتها عن حرارة جوف الأرض حتى اذا قابلها ما يدعو الى صعودها الى السطح فانها تنفجر فى عيون ساخنة . وقد تبلغ مياه هذه العيون حرارة عالية وقد تكون مرتفعة عن حرارة الجو بقليل .

وتحتوى مياه العيون الحارة بعض الأملاح والمعادن كالكبريت أو الحديد أو الأملاح القلوية أو المواد الجيرية فترسب هذه حول العين . ولأغلبها خواص طبية تشفى أمراضاً مختلفة كالرثية (الروماتزم) والأمراض العصبية . ومنها ماتحتوى مياهها أملاح الراديوم ولهذه فوائد طبية كبيرة .

وفى القطر المصرى عيون حارة أشهرها عيون حلوان الكبريتية وعيون كبريتية أخرى على شواطىء خليج السويس أهمها عين حمام فرعون جنوب السويس حيث تخرج مياه كبريتية على حرارة ٧٣ درجة بمقياس سنتجراد. ويرجع ظهور هذه العيون لوجود خطوط فوالق كبرى على جانبى الخليج .

الزلازل (Earthquakes)

هزات سريعة قصيرة المدى تنتاب بعض أجزاء القشرة الارضية فى فترات

متقطعة . وقد تكون هذه الهزات ضعيفة فلا تحس بها سوى آلات الرصد الدقيقة . على أن بعض الزلازل قد يبلغ من العنف أن يحدث أضراراً كبيرة. فكم من أرواح ازهقت وكم من مدن هدمت وكم من مدنيات اندثرت من تأثير بعض الزلازل العنيفة. فالزلازل رغم أنها قصيرة المدى هي من ظواهر الطبيعة التي تلقى رهبة وروعة في نفس الانسان. وقد يكون هذا ما دعا للعناية بدراستها مما أدى لبلوغ معلومات الانسان عنها شوطاً بعيداً .

والزلازل في الواقع مجموعة من الهزات تتلو الواحدة الاخرى وقد تتوالى مدة طويلة قبل أن تعود القشرة الارضية الى حالتها الثابتة . وهي تبتدىء عادة بهزات خفيفة قد تكون مصحوبة بأصوات كقصف الرعد منبعثة من باطن الارض وتتلو ذلك الهزات الكبرى ثم تتلوها هزات متكررة تتناقص في قوتها تدريجا حتى تقف نهائيا.

وقد حدث أبان زلزال عام ١٠٩٥ في مقاطعة كالابريا (Calabria) بجنوب أيطاليا أن تعاقبت الهزات بعد الزلزال حتى بلغت مائتى هزة ما بين ٨ سبتمبر و ٣١ ديسمبر حيث عادت الارض الى ثباتها وسكونها . على أن اغلب هذه الهزات الأخيرة لم يشعر بها الانسان وانما دلت عليها آلات الرصد الدقيقة .

ومن ملاحظة الأثر الذى تحدثه الزلازل فيما على سطح الأرض من منشآت يمكن اعتبار الاهتزازات التي تحدثها في القشرة الارضية أحد أنواع ثلاثة : —

(١) رأسية أي من أسفل الى أعلى. ينتج عنها قذف الصخور وبعض المباني في الهواء . وقد رؤيت بعض الاكواخ في كالابريا اثناء زلزال عام ١٧٨٣ وقد ارتفعت في الهواء قبل أن تنهدم .

(٢) افقية وهو النوع السائد في الزلازل . ينتج عنه تهدم مايقوم على السطح من مبان ومنائر ومداخن ويغلب أن يكون سقوطها جميعاً في اتجاه واحد هو اتجاه سير الزلازل .

(٣) دائرية وهو نادر . وقد لوحظ في طوكيو باليابان ابان زلزال عام ١٨٨٠ حيث دارت بعض المسلات المقامة بها حول محورها .

وقد يرجع هذا الاختلاف الى محل المشاهدة ونسبتها الى مركز الزلزال الواقع فى جوف الارض. فاذا كانت المشاهدة في مكان فوق مركز الزلزال مباشرة كانت الحركة رأسية وان كان بعيدا عنها كانت افقية . أو قد يكون هذا الاختلاف ناشئا عن اختلاف في طبيعة الهزات في جوف الارض .

سير الزلازل

تنتقل الهزات فى القشرة الأرضية من مراكز حدوثها فى جميع الجهات .ويمكن تحديد اتجاه سيرها فى أى مكان معين بواسطة آلات الرصد الخاصة . على أنه فى الأماكن التى تتأثر بالزلازل الشديدة يمكن الاستدلال على هذا الاتجاه بمشاهدات عديدة منها ملاحظة الاتجاه الذى تسقط فيه أغلب المنائر ومداخن المصانع وجدران المنازل .

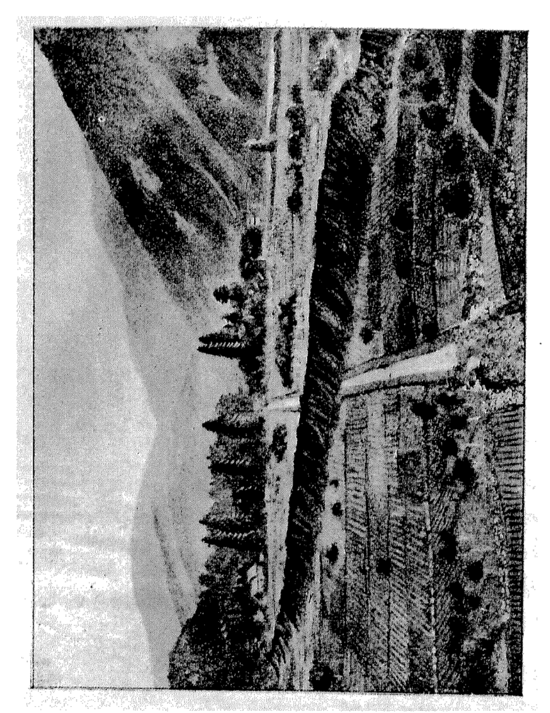
وقد لوحظ فى بعض مدن الأندلس بعد زلزال عام ١٨٨٤ أنه فى الصيدليات حيث زجاجات الأدوية مرصوصة حول الجدران قدسقطت منها الصفوف المرصوصة على حائطين متقابلين بينما الزجاجات على الحائطين الآخرين أزيحت قليلا عن مواضعها الأصلية .

أما سرعة انتقال الزلازل فى القشرة الأرضية فيختلف باختلاف قوتها والمناطق التى تخترقها وتركيبها الصخرى.وقد قدرت سرعة انتقال الهزات فى الزلزال الذى حدث بأسبانيا عام ١٧٥٥ بنحو ٥٤٠ مترا فى الثانية وفى الزلزال الذى حدث بألمانيا عام ١٨٧٢ بنحو ٧٤٢ مترا فى الثانية وفى الزلزال الذى حدث فى بيرو بجنوب أمريكا عام ١٨٦٨ بنحو ١٨٥ مترا فى الثانية.على أن سرعة الزلزال الذى حدث فى الولايات المتحدة عام ١٨٨٦قدرت بنحو ٥٧٠٠ متر فى الثانية .

تأثير الزلازل فى القشرة الأرضية

أشرنا فيما تقدم الى بعض ما تحدثه الزلازل من الأثر فى حياة الأنسان ومنشآته. على أن لها غير ذلك أثرا محسوساً فى القشرة الأرضية نفسها منها انشقاق الأرض فى شقوق قد تبقى مفتوحة وقد تمتلىء بما ينهال عليها من مواد صخرية من الجانبين . وقد يحدث انخفاض فى جانب من الشق دون الآخر وهو ما يعبرون عنه بالفالق (Fault) .وقد يصحب ذلك زحف أفقى فى جانب من الفالق دون الآخر . وقد

(اللوحة ١٨)



منظر يوضح ما حدث فى اليابان بعد احدى الزلازل الكبرى من انخفاض جزء من الارض عن الاجزاء الاخرى وأثر ذلك فى الطرق والحقول

حدث مثل ذلك فى اليابان على أثر زلزال عام ١٨٩١ حيث انفلقت الأرض على طول ١١٢ كيلو متر فهبط جانب من جانبى الشق بمقدار يتراوح بين ٦٠ مترا و٦ أمتار كما أن الزحف الجانبى بلغ نحو ٤ أمتار. وقد كان لهذا الفالق أثر فى الطرق والسكك الحديدية وأسوار المنازل . كما فى الصورة الفوتوغرافية باللوحة الثامنة عشرة .

كذلك كان من أثر الزلزال الشهير الذى هدم مدينة سان فرنشيسكو بالولايات المتحدة عام ١٩٠٦ أن انفلقت الارض فتكسرت أنابيب المياه والغاز وتقطعت أسلاك الكهرباء على طول خط الفالق فحدثت من جراء ذلك الحرائق التى حال تعطيل مواسير المياه دون مكافحتها فكانت الحرائق أكبر بلاء من الزلزال نفسه .

ومن أثر الزلازل أحيانا انهيار جروف فى الجبال وانزلاق كتل صخرية كبيرة منها. كما أن مياه بعض العيون والآبار قد تنضب اذ تتسرب الى ماتحدثه الاهتزازات من شقوق جديدة فى القشرة الأرضية. وقد تظهر للسبب نفسه عيون جديدة كما حدث فى مدينة حلوان من ظهور عين كبريتية جديدة بعد زلزال عام ١٩٢٦ .

وقد تكون مراكز الزلزال تحت سطح البحر فتنتاب مياهه موجات جزرية شديدة (Tidal-Waves) تكتسح الشواطىء لمسافات بعيدة. ومثل ذلك حدث قرب جزيرة جاوه عام ١٨٨٣ فقذفت الأمواج باخرة الى داخل الغابات المحيطة بالشاطىء وعلى بعد ٤ كيلومترات منه .

البحوث المنظمة الخاصة بالزلازل

بدأت دراسة الزلازل وخواصها بعد اختراع آلة الرصد الخاصة المعروفة بالسيزموجراف (Seismograph) . وقد أثبتت هذه الآلات أن هزات قد لا تتعدى خمسة أو ستة مليمترات كافية لأن تحدث اضراراً كبيرة من هدم مبان وما يتبع ذلك من ازهاق أرواح . ويمكن تشبيه ذلك بما يحدث عند وضع كرة صغيرة من الزجاج على لوحة من الرخام فاذا ضربت هذا السطح ضربة خفيفة فان الاهتزاز الذى تحدثه فى سطح الرخام قد يكون ضئيلا جدا الا أن الكرة الموضوعة فوقه تقذف فى

الهواء لمسافة غير قليلة . فالمبانى وكتل الصخور الملقاة على سطح الأرض يحدث لها مثل ما يحدث لهذه الكرة لأى اهتزاز بسيط فى القشرة الأرضية .

ولقد شوهد أن أثر كل زلزال يبلغ أشده فى بقعة معينة من الأرض وقد سميت هذه البقعة المركز السطحى للزلزال (Epicentre) . وهذه البقعة تقابل تماما مركز الزلزال فى جوف الأرض (Centre) .

وهناك من الأدلة ما يثبت أن مركز الزلزال فى جوف الأرض يبعد كثيراً عن السطح .

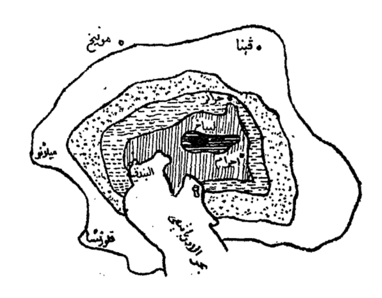
ويمكن تقدير ذلك بمقياس الزوايا التى تعملها الصخور التى يقذفها الزلزال على سطح الأرض . فاذا رسمت خطوط تعمل مع السطح هذه الزوايا فأنها جميعاً تتقابل فى نقطة واحدة هى المركز الداخلى للزلزال .

من هذا المركز الداخلى وهو مصدر الزلزال تنبعث الهزات أو التموجات فى القشرة الأرضية كما تنبعث التموجات فى الماء الساكن بعد القاء حجر فيه . فتصل هذه التموجات على أشدها عند المركز السطحى المقابل لمصدر الزلزال . وتتناقص شدتها كلما بعدت عن هذا المركز كما تتناقص تموجات الماء كلما بعدت عن مكان القاء الحجر (انظر الشكل ٨١) .

(شكل ٨١) قطاع تخيلى يوضح انتقال التموجات الارضية من مركز الزلزال الداخلى الى السطح

واذا جُمعت المشاهدات فى الأماكن المختلفة التى ينتابها أى زلزال شديد ورتبت على خريطة المنطقة التى حدثت فيها أمكن عمل خريطة تبين المناطق التى يتساوى فيها تأثير الزلزال .

ومن أحسن ما عمل فى هذا الباب الخريطة الخاصة بالزلزال الذى حدث فى النمسا وشمال ايطاليا عام ١٨٩٥ (انظر الشكل رقم ٨٢) .



(شكل ٨٢)

خريطة تبين المناطق المتساوية فى مقدار تأثرها من زلزال ليباخ

وقد قسمت المنطقة التى تناولها ذلك الزلزال تبعًا لمقدار تأثرها به الى عدة دوائر : —

الدائرة الأولى — المركز السطحى للزلزال حول مدينة ليباخ حيث هدمت اغلب المنازل وأزهقت أرواح كثيرة .

الدائرة الثانية — حيث سقطت جميع المنارات ومداخن المصانع .

الدائرة الثالثة — تصدّعت مبانيها بغير أن تتهدم . وفى هذه الدائرة تقع مدينة البندقيه .

الدائرة الرابعة — شعر جميع السكان بالزلزال وحدث زعر عام ولم تحدث اضرار مادية . وفى هذه الدائرة مدينة جراتز .

الدائرة الخامسة — شعر بالزلزال بعض السكان فقط .

الدائرة السادسة — لم يشعر أحد بالزلزال على أن آلات السيزموجراف رصدتها فى مدن فينا وميلانو وفلورنسا .

ولم يكن أى أثر للزلزال خارج هذه الدائرة الأخيرة .

ومن هذه الخريطة يتضح امران على جانب من الاهمية وبخاصة عند البحث عن أسباب حدوث الزلازل : —

(أولا) أن الخطوط التى تحد كل دائرة ليست منتظمة بل هى خطوط منكسرة . ويرجع ذلك لعدم تناسق القشرة الارضية وتركيبها من صخور مختلفة تختلف قوة الاهتزازات وسرعتها عند المرور فيها .

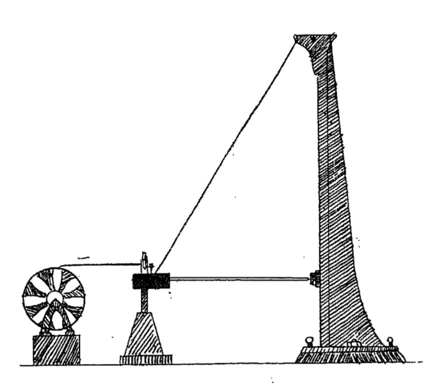
(ثانياً) أن هذه الدوائر هى فى الواقع أشكال مستطيلة . مما يدل على أن مركز الزلزال الداخلى هو خط وليس نقطة واحدة .

السيزموجراف (Seismograph)

وهى آلة رصد الزلازل . ولايقتصر عملها على اثبات حدوث الزلازل بل تسجل أيضا وقت حدوثها وعـدد الهزات المكونة منها وقوتها ومداها واتجاه مصدرها .
أما الحقيقة الطبيعية التى بنى عليها اختراع السيزموجراف فهى أنه إذا دلّينا كتلة ثقيلة فى آخر حبل أو عمود طويل كما يتدلى بندول الساعة فانها بحكم قصورها الذاتى (inertia) تبقى ساكنة حتى ولو اهتزت الأرض والقوائم المدلاة منها الكتلة .

فاذا تصورنا أن هذه الكتلة تحمل قلما وأن هناك ورقة مثبتة على الارض ملامسة لهذا القلم فانالأرض إذا اهتزت تحركت معها الورقة مع بقاء القلم ثابتا فيرسم على الورقة خطاً منكسراً يبين مدى تحرك الورقة باهتزاز الارض .

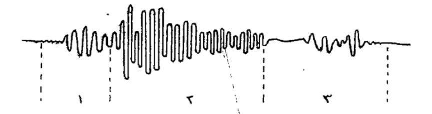
ولكى يمكن تسجيل وقت حدوث الزلزال فان هـذه الورقة تثبّت عادة على سطح اسطوانة تدور دورة آلية كدورة الساعة والورقة مقسمة أياما وساعات ودقائق وثوانى . (انظر الشكل رقم ٨٣) .



(**شكل ٨٣**) صورة لنوع بسيط من السيزموجراف .
(١) الثقل (ب) الابرة التى ترسم على الاسطوانة

وقد أدخلت تحسينات كبيرة على الشكل الأصلى للسيزموجراف كلها تؤدى الى زيادة حساسيته حتى يسجل أقل الزلازل أثراً وكذلك لضبط وقت حدوثها وتحديد اتجاه مصدرها الى غير ذلك من المعلومات الهامة التى يراد الحصول عليها عن الزلازل. وهذا مما يجعل السيزموجرافات المستعملة الآن فى المراصد الكبرى دقيقة معقدة التركيب كالآلة المستعملة فى مرصد حلوان والتى يمكن مشاهدتها فى المرصد نفسه.

والشكل الذى يرسمه قلم السيزموجراف عند حدوث الزلزال يسمى السيزموجرام (Seismogram). وهو كما ترى من الشكل رقم ٨٤ عبارة عن خط منكسر كثير التذبذب تمثل الذبذبة فيه مقدار الاهتزاز. فطالما ظلت الارض ثابتة كان هذا الخط مستقيماً على أن التذبذب يظهر فيه بمجرد ابتداء الزلزال ويستمر بدرجات متفاوتة تبعاً لقوة الهزات المتعاقبة حتى تبطل هذه فيعود الخط الى استقامته الأولى (أنظر الشكل رقم ٨٤).



(الشكل ٨٤) السيزموجرام الذى ترسمه ابرة السيزموجراف عند حدوث الزلزال
١ الهزات الابتدائية ٢ الهزات الكبرى ٣ الهزات النهائية

وتتشابه جميع أشكال السيزموجرام من مختلف المراصد بحيث يمكن أن نستخلص منها القوانين التى تضبط انتقال التموجات الناتجة من الزلازل فى القشرة الأرضية. ويتكون السيزموجرام الخاص بكل زلزال من ثلاثة أجزاء كما فى الشكل ٨٤ : —

الجزء الأول — الذبذبة الابتدائية وهى نتيجة وصول الهزات من مصدر الزلزال الى المرصد فى خط مستقيم يخترق الكرة الأرضية.

الجزء الثانى — الذبذبة الكبرى وهذه نتيجة وصول الهزات عن أقرب طريق فى السطح.

الجزء الثالث — الذبذبة الأخيرة وهذه نتيجة وصولها عن طريق السطح ولكن من أبعد طريق حول سطح الكرة الأرضية.

فالنسبة بين وصول الذبذبة الاولى والكبرى تعطى بعمليات حسابية معروفة بعد مركز الزلزال عن مكان الرصد .

فاذا رصد الزلزال الواحد من ثلاثة مراصد مختلفة أمكن تحديد مركزه بغاية الدقة . على أنه لابد أن تكون هذه المراصد على بعد كاف من مركز الزلزال حتى يمكن تسجيل الفرق بين وصول الهزات الأولى والثانية .

وقد قدمنا أن سرعة سير الهزات تختلف فى الصخور المختلفة . فبينما هى ٣٠٠ متر فى الثانية فى الرمال المتفككة ففى الجرانيت تبلغ ٣٠٠٠ متر . وقد ساعدت هذه الملاحظات على التكهن بشىء كبير من الدقة عن الحالة التى عليها جوف الأرض .

اسباب حدوث الزلازل

اذا تركنا جانبا الهزات المحلية التى تحدث احيانا فى بعض البلاد نتيجة تقويض سقوف بعض الكهوف فى طبقات الصخور الجيرية يمكننا ارجاع الهزات الأرضية الى أحد سببين :—

(الأول) . **التفاعلات البركانية** . وهذه كما قدمنا قد يصحبها اهتزاز فى الأرض يتناول مناطق واسعة محيطة بمكان البركان . على أن هذا نوع خاص من الزلازل فلا يمكن تفسير جميع الزلازل على اعتبار أن لها علاقة بالبراكين . ففى اليابان حيث يتكرر حصول الزلازل ثلاث أو أربع مرات يوميا بلا انقطاع لاتوجد من البراكين مايمكن ارجاع اسباب هذه الزلازل اليها . كما أن الزلازل المتكررة التى حدثت فى منطقة مسينا بجزيرة صقلية الايطالية لم تكن مصحوبة بأى تغيير فى حالة البراكين القريبة منها وهى اتنا وسترومبولى . كذلك زلازل سان فرنشيسكو والأندلس هى أبعد ماتكون من المناطق البركانية .

(الثانى) . **تقلصات القشرة الارضية التى تنتج تجعيدها وانفلاقها** . فقد دلت المشاهدات العديدة على أن أغلب الزلازل الكبرى تحدث حيث القشرة الأرضية مجعدة فى تجاعيد هامة كان من نتائجها تكوين سلاسل الجبال العظمى

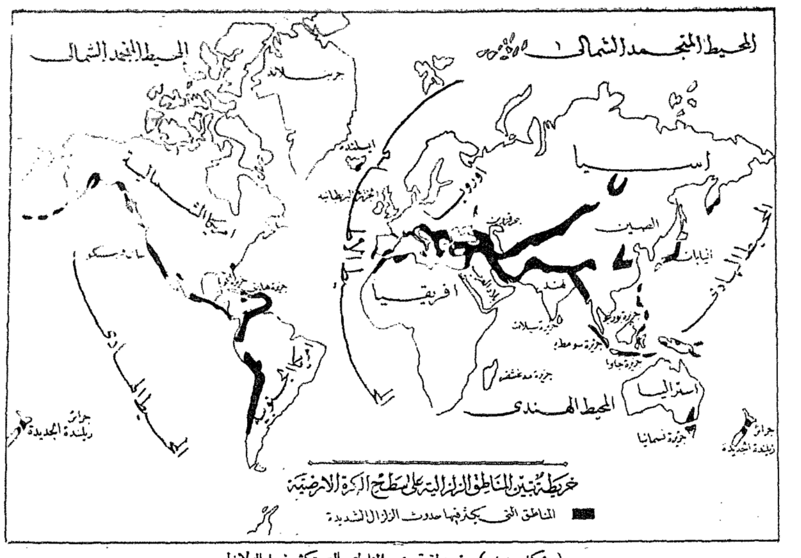
كذلك حيث انفلقت القشرة الأرضية في فوالق كبرى . وهذا ما يجعل القشرة الأرضية في حالة غير ثابتة ويؤدى الى انزلاق وهبوط اجزاء كبيرة منها ومن ذلك تتسبب الزلازل . يعزز هـذا الرأى التوزيع الجغرافي للزلازل العامة كما في الشكل رقم ٨٥ .

ولو أن الزلازل يشعر بها على التقريب في جميع انحاء العالم الا أن هنالك منطقتين معينتين يغلب فيهما حدوث الزلازل العنيفة: احداهما تحيط بالمحيط الهادى والأخرى تمتد من شواطئ البحر الابيض المتوسط مارة بسفوح جبـال البرانس والألب ثم الـكرپات والقوقاز والهملايا ومنها الى جزائر الهند الشرقية . وفي هـاتين المنطقتين قد تجعدت القشرة الأرضية في العصور الجيولوجية الأخيرة فـكان من جراء هـذا التجعيد تـكوين سلاسل الجبال العظمى وهبوط أحواض البحر الأبيض والمحيط الهادى . ويظهر أن القشرة الأرضية في هذه المناطق لم تبلغ بعد حالة الثبات فهى عرضة للانفلاق والانزلاق .

التقلصات البطيئة في القشرة الأرضية

قدمنـا أن القشرة الأرضية غـير ثابتة وتـكلمنـا عن نوع من الحركة أو الاهتزازات تنتابها من وقت لآخر في مناطق معينة قد يكون لها أثر محسوس .

على أن القشرة ينتابها غير ذلك نوع آخر من الحركة البطيئة لحـد يجعلنا لا نحسها ولا يمـكننا رصدها بآلات ما. على أننا في مقدورنا الاستدلال على وجودها من الأثر الذى تتركه في وجه الأرض بعد استمرارها لمدة طويلة . والشواهد تدل على أن هـذه الحركة قد حدثت في منـاطق مختلفة من أوائل العصور الجيولوجية ولا تزال تعمل حتى الآن . وسنأتى الآن على بعض أمثلة من نتائجهـا للتدليل عليهـا : —



(شكل ٨٥) خريطة توضح المناطق التى تكثر فيها الزلازل

المنسوب الاساسى (Datum Plane). لما كان أهم أثر لهذه الحركة هو رفع أو خفض أجزاء من القشرة الارضية بالنسبة لأجزاء أخرى فلا بد من البحث عن منسوب ثابت تنسب اليه الاجزاء المختلفة من سطح الارض . وقد وجد أن خير منسوب يصلح لأن يتخذ قاعدة هو منسوب سطح البحر (seal-evel).ولذلك كانت المناطق الشاطئية أفضل من غيرها للاستدلال على وجود هذه الحركة اذ فيها يمكن تقرير ما إذا كان قد حدث انخفاض أو ارتفاع فى الأرض بالنسبة لمنسوب البحر .

أدلة رفع الارض بالنسبة لمنسوب البحر — قدمنا عند التكلم عن البحار كعامل من العوامل المؤثرة فى سطح الأرض أن لشواطئها خواص تميزها عن غيرها من سطح الأرض . فعندها تتكون أكوام من الحصى والرمال وعندها تتكاثر بعض أنواع المحارات التى تثقب فى الصخور وقد تنمو بقربها مستعمرات الشعاب المرجانية كما أنه قد ترى على امتدادها كهوف قطعتها الأمواج فى الصخور الى غير ذلك من الخواص التى يعرفها من زار شواطىء البحار .

هذه الصفات قد تجتمع كلها أو بعضها فى خطوط ممتدة فى محازاة الشواطىء الحالية ولكنها تعلو عن هذه بارتفاع معين . فيمكن استنباط أنه فى وقت ما كان منسوب الأرض أقل مما هو الآن بالنسبة للبحر أى ان الارض قد رفعت عما كانت عليه منذ أن تكونت هذه الرواسب الشاطئية المرفوعة(Raised-beaches) . ومن أحسن أمثلة هذه الشواطىء المرفوعة ما يرى على جانبى خليج السويس والبحر الأحمر حيث نرى على ارتفاع خمسة أمتار من الشواطىء الحالية شريطاً ممتداً من الرواسب الشاطئية تكون عتبة أو جرفا قليل الارتفاع ولكنه بعيد عن أقصى منسوب يصله ماء البحر فى أعلى درجات المد. هذا الشريط مكون إما من مستعمرة من الشعب المرجانى تماثل ما ينمو الآن على الشاطىء الحالى (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة التاسعة عشرة). وإما من أكوام من الحصى المستدير

المصقول تختلط بها محارات و بقايا حيوانات بحرية تشبه ما يرى منها على الشاطىء فى الوقت الحاضر .

ومن الامثلة التى يستدل منها على وجود حركة الرفع والخفض حتى فى العصور التاريخية خرائب معبد سيرابس (Serapis) القديم قرب مدينة نابولى بجنوب ايطاليا . بين هذه الخرائب ثلاثة أعمدة لا تزال قائمة يرى على ارتفاع عشرين قدما من قواعدها أثر ثقوب محارات بحرية من نوع (Lithodomus) وهى المعروفة على شواطىء ايطاليا الحالية . يستدل من هذه الثقوب على أنه بعد أن شُيّد المعبد هبطت الأرض حتى طغا عليها البحر فغطى هذه الأعمدة لارتفاع عشرين قدما ومكث على هذه الحاله مدة سمحت للمحارات بثقب هذه الثقوب . على أن الأرض ارتفعت ثانية فعاد البحر وانقشع عن المعبد كرة اخرى .

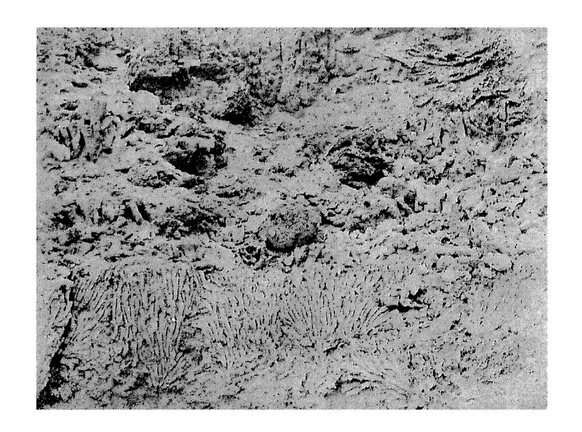
ولقد تنبه سكان بلاد اسوج لهذه الظاهرة منذ القدم فثبّتوا أوتادا على طول امتداد بعض شواطئهم الشمالية فاتضح لهم بعد مدة أن هذه الأوتاد اصبحت أعلى من منسوب البحر بحيث لا يبلغها حتى فى أقصى مدّه . وقد قدّر الارتفاع فى تلك الأنحاء بنحو قدمين فى مائة عام .

ادلة هبوط الارض بالنسبة لمنسوب البحر — توجد فى جنوب بلاد اسوج أيضا بلدة اسمها مالمو (Malmo) وقد غمرت اجزاءها القديمة مياه البحر بحيث غطت بعض شوراعها وارتفعت فى جدران منازلها. ولا شك أن هذا الجزء من المدينة عندما بنى فى أول الأمر كان أعلى من منسوب البحر على أن الأرض هبطت فتقدم البحر ليغمر جزءا منهـا .

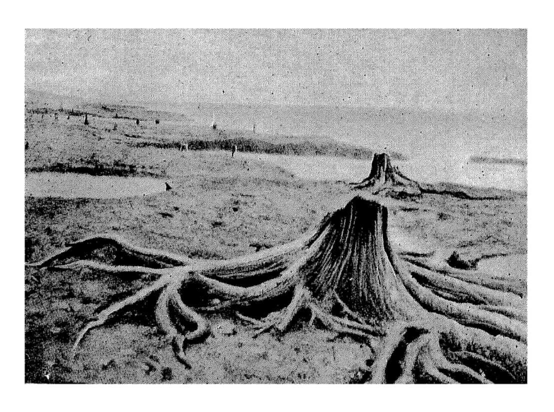
كذلك على الشواطىء الشرقية لانكلترا ترى بعض مبان كالكنائس تغمرها مياه البحر لحد ما . ولا شك أنها شيدت فى أول الأمر على الأرض اليابسة على أن هبوط الأرض أدى لانغمارها تحت مياه البحر .

وهناك قرب هذه الشواطىء نفسها ما يسمونه الغابات المغمورة (Submerged-forests) اذ ترى تحت سطح البحر بقايا أشجار لا تزال قائمة فى التربة الزراعية الأصلية

(اللوحة ١٩)



(ا) جزء من الشاطىء المرجاني المرفوع على مقربة من شاطىء خليج السويس .



(ب) جزء من الغابات المغمورة على الشواطىء الشرقية بانـكلترا .

تغطيها رواسب الشواطىء الحالية . ولا شك أن هذه كانت فى عصر جيولوجى سابق غابات مزدهرة انخفضت رويداً رويداً حتى انغمرت تحت مياه البحر الذى ألقى عليها برواسبه من رمال وطين . (أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة التاسعة عشرة) .

وهناك ظاهرة طبيعية لا يمكن تعليلها الا على اعتبار هبوط قاع البحر قرب الشواطىء. ذلك أن دالات بعض الانهار الكبرى كالمسيسيبى مثلا قد أظهرت أنابيب الآبار فيها أنها مكوّنة من رواسب سميكة جدا قد تفوق آلاف الاقدام وكلها رواسب تدل خواصها على أنها رسبت فى مياه قليلة العمق. فلا يمكن تفسير هذا السمك إلا على افتراض أن قاع البحر كان يهبط بسرعة تعادل سمك الرواسب التى رسبت فيه.فباستمرار الهبوط والرسوب أمكن لهذا السمك العظيم من الرواسب الشاطئية أن يتكون .

دلائل الارتفاع والهبوط فى داخل القارات — لا يقتصر الارتفاع والانخفاض طبعاً على المناطق الشاطئية بل لا بد أنه حاصل فى مختلف أجزاء القشرة الأرضية بقطع النظر عن موقعها الجغرافى . على أنه كما قدمنا يصعب الاستدلال عليه فى داخل القارات لعدم وجود منسوب ثابت يمكن القياس به . ومع ذلك فقد لوحظ رفع أجزاء من شواطىء بعض البحيرات الكبرى فى شمال أمريكا مثل بحيرات (Erie , Superior) مع انخفاض أجزاء أخرى من هذه الشواطىء .

كذلك يؤكدون أنه فى بعض المناطق الجبلية قد ترتفع بعض أجزاء من الجبال فتصبح مرئية لأهل قرية كانت تحجبها عن أسلافهم قمة جبل آخر بينهما . على أن هذا الدليل مشكوك فيه اذ قد تكون التعرية فى القمة المتوسطة هى السبب فى رؤية ما كانت تحجبه من قبل .

هذه الأدلة التى أوردناها تقيم البرهان على أن هذه الحركة مستمرة الآن أو

أنها حدثت فى عصور جيولوجية متأخرة. على أن هناك ما يدل على أن هذه الحركة قد أثرت فى القشرة الأرضية منذ بدء العصور الجيولوجية الأولى. وذلك أن الصخور الراسبة المكونة لبعض أجزاء القشرة الأرضية قد تكونت فى الغالب تحت سطوح البحار. يشهد بذلك ما تحتويه من بقايا حيوانات ونباتات بحرية هى المعروفة بالحفريات (fossils). وقد تتكون من بعض هذه الصخور الراسبة قمم أعلى جبال على سطح الأرض. فالذى أدى بهذه الصخور التى تكونت على قيعان البحار لأن ترتفع حتى تكون أعلى جبال فى الأرض هى لا شك حركة عظيمة قد انتابت القشرة الأرضية فأحدثت بها هذا التغيير العظيم. ومن يتتبع التاريخ الجيولوجى للقشرة الأرضية يجد أن مثل هذا قد تكرر حصوله فى جميع العصور. فكم من أحواض بحرية عميقة رُفعت بفضل هذه الحركة البطيئة المستمرة فأصبحت جبالا عادت عليها عوامل الطبيعة فقطعت فيها الوديان والسهول. يقابل ذلك هبوط جبال عالية حتى صارت تغطى صخورها مئات الأمتار من مياه البحار.

والواقع أن لهذه الحركة البطيئة غير المحسوسة التى تعمل باستمرار فى القشرة الأرضية أغلب الفضل فى تكوين الظواهر الأساسية فى سطح الأرض. فاذا كانت السهول والوديان وبعض الجبال والظواهر التفصيلية الأخرى قد تكونت وتكيفت بفعل عوامل كالرياح والأمطار والأنهار فان بروز القارات العظمى ورفع سلاسل الجبال الكبرى وهبوط أحواض البحار والمحيطات ترجع كلها لهذه الحركة فى القشرة الأرضية.

وهى حركة ناشئة من تغييرات أساسية تجرى بلا انقطاع فى جوف الكرة الأرضية. اذ تشير الدلائل الجيولوجية جميعا الى أن جوف الأرض منذ أن أصبحت كوكبا مستقلا هو فى انكماش بطىء مستمر. واذا انكمش الجوف فلا بد للقشرة الخارجية أن تتبعه وهذا ما يجعل هذه القشرة تحت ضغط يؤدى لتجعد طبقاتها وانثنائها وانفلاقها. يشبه ذلك ما يحدث لتفاحة تركت فجفت وانكمشت ونالها

العطب فان القشرة تنكمش وتنفلق وقد تهبط أجزاء منها فيما يحدثه العطب تحتها من فجوات .

ميل طبقات الصخور الراسبة

قد ترتفع أجزاء من قيعان البحار وتحتفظ الرواسب التى تكونت عليها بأفقيتها فتبدو على سطح الأرض فى طبقات أفقية من الصخور الراسبة . على أن الغالب أن هذا الرفع يصحبه ميل الطبقات أو انثناؤها وتجعيدها . ولولا تجعيد القشرة الأرضية لبقيت معلوماتنا عنها قاصرة على ما يبدو على سطحها من طبقاتها الحديثة العليا ولظل التاريخ الجيولوجى غامضا الا حلقاته الأخيرة . أما وقد تجعدت القشرة الأرضية فقد يبدو على سطحها أقدم صخورها رغم ما كان يعلوها مما تكون فوقها من طبقات أحدث منها . وقد أصبحت بفضل هذا التجعيد دراسة مايبدو على سطح الارض من طبقات الصخور كفيلة بأن تنبئنا عما استتر منها فى باطن الأرض فتم لنا بذلك تتبع الحوادث المكونة لتاريخ الأرض الجيولوجى وأصبح البحث عما تكنه الأرض فى باطنها من ثروة معدنية تنظمه قواعد علمية صحيحة .

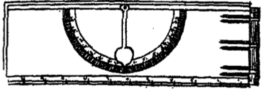
وأبسط مظاهر انثناء الطبقات أن تميل عن الافق فى اتجاه معين كما فى الشكل رقم ٨٦ .

(شكل ٨٦)

ويعبرون بلفظ ميل الطبقة (Dip) عن الزاوية التى بين الافق ومستوى الطبقة . لتوضيح ميل الطبقات عن الافق واتجاهها وبلفظ اتجاه الطبقة (Strike) عن خط تقاطع الأفق بمستوى الطبقة . فالاتجاه اذن هو الخط الأفقى فى الطبقة المائلة بينما الميل هو الزاوية التى بين الأفق وخط على الطبقة عمودى على اتجاهها (انظر الشكل رقم ٨٦) .

ولابد لتحديد أوضاع طبقات الصخور عند اجراء المساحات الجيولوجية من تحديد اتجاه الطبقات وميلها . فاذا كانت الطبقات افقية أى لاميل لها كانت زاوية الميل صفرا وان كانت رأسية كانت زاوية الميل ٩٠ درجة فاذا كانت وسطا بين الأفقى والرأسى كانت زاوية الميل ٤٥ درجة وهلم جرا .

ولقياس زاوية الميل تستعمل آلة بسيطة أسمها الـكلينومتر (Clinometer) أو مقياس الميل. وهى على أنواع كثيرة أبسطها عبارة عن مسطرة عريضة مثبت فى وسطها نصف دائرة من النحاس مقسمة الى درجات كتقسيم المنقلة المستعملة فى الرسم إلا أن الصفر فى هذه الحالة فى الوسط والتقسيم الى ٩٠ درجة فى كل من الناحيتين (أنظر الشكل رقم ٨٧). ومعلق من محور الدائرة بندول صغير يدور بسهولة على محوره وينتهى فى أسفله بسهم بحيث اذا وضعت المسطرة وضعاً أفقياً أشار السهم الى الصفر فاذا وضعت وضعاً مائلا عن الافق بقى السهم رأسيا وأشار الى رقم الزاوية المساوى لهذا الميل .



(شكل ٨٧) الـكلينومتر أو مسجل الميل

والطريقة العملية لقياس ميل الطبقة هى أن يحدد أولا اتجاهها بواسطة البوصلة ثم ينتخب خط عمودى على هذا الاتجاه . فاذا وضع الـكلينومتر على هذا الخط فان السهم يشير الى درجة الميل . وهناك أنواع من الـكلينومتر تجتمع فيها البوصلة والـكلينومتر تسهيلا للاستعمال .

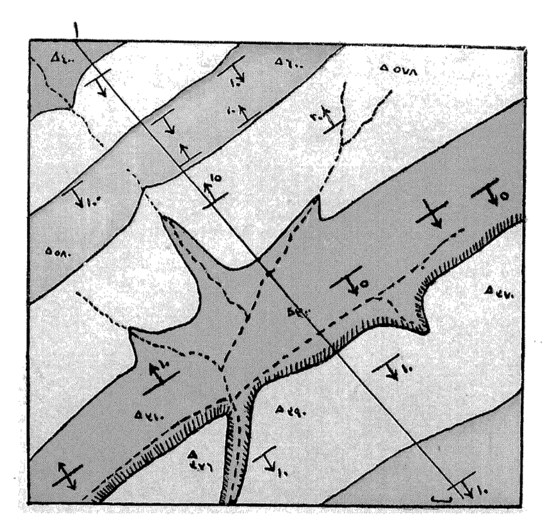
أما ما يبدو على السطح من أى طبقة من الصخر فيسمى بروزها (Outcrop). فاذا كانت الطبقة العليا أفقية أخفت ما تحتها على طول امتدادهـا . و بمجرد انثناء أى مجموعة من الطبقات يظهر بروز كل واحدة منها تلو الأخرى . فاذا كان سطح الأرض الذى تبرز فيه هذه الطبقات سهلا منبسطاً فأن بروز كل طبقة يكون هو اتجاههـا . أما فى حـالة وجود تغاريس فى سطح الأرض كالجبـال والوديان فأن البروز يـكون مستقلا عن الاتجاه وقد يـكون عموديا عليه . وعلى ذلك فالخرائط الجيولوجية يحدد عليها بروز كل طبقة أو مجموعة من الطبقات ويبين على ذلك اتجاه الطبقة بخط قصير وميلها بسهم عمودى على هذا الخـط مرقوم بقيمة زاوية الميل . (كما فى انموزج الخريطة باللوحة العشرين) .

ومن هذه الخرائط يمكن عمل قطاعات جيولوجية تبين التركيب الجيولوجى لأى جزء من المنطقة . فالشكل الأسفل باللوحة العشرين هو القطاع الجيولوجى للجزء من الأرض الواقع على الخط ا — ب فى أنموزج الخريطة .

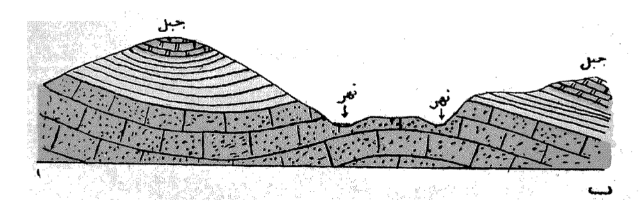
الانثناء والتجعير (Folding)

اذا أتيح لنا أن نتتبع طبقة أو مجموعة من الطبقات المائلة نجد أن هـذا الميل الذى يبدو عليها فى جزء من امتدادها ما هو الا جزء من انثناء تنثنى فيه الطبقات

(اللوحة ٢٠)



انموذج من خريطة جيولوجية



قطاع يوضح ترتيب الطبقات على طول الخط أ - ب

كما تنثنى قطعة من القماش اذا ضغطت من الجانبين . هذه الانثناءات تتركب من أجزاء محدبة كالقباء تتلوها أجزاء أخرى مقعرة كالأحواض . فالطبقات من جراء ما يقع عليها من الضغط الناشىء عن حركة الانكماش التى تكلمنا عنها تكتسب تموجات كتموجات المياه عند تحريكها (انظرالشكل رقم ٨٨).



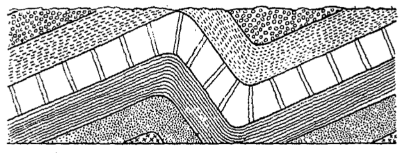
(شكل ٨٨) لبيان تجعيد الطبقات فى طيات مقعرة وأخرى محدبة

فالجزء المحدب من هذه الطيات حيث الطبقات تميل فى اتجاهين متضادين بالنسبة الى محور أفقى هو أشبه شىء بعقد البناء ويطلق عليه لفظة الطية المحدّبة (Anticline) . وهذه تُبين على الخريطة الجيولوجية بمجموعتين متضادتين من خطوط الميل . كما فى انموزج الخريطة باللوحة العشرين .

أما الجزء المقعر من هذه الطيات حيث الطبقات تميل فى اتجاهين متقابلين فى محور بينهما فهذا أشبه شىء بالقناة ويطلق عليه لفظة الطية المقعّرة (Syncline) وتبين على الخريطة الجيولوجية بمجموعتين متقابلتين من خطوط الميل كما فى أنموزج الخريطة باللوحة العشرين .

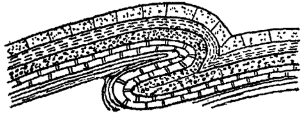
وتختلف هذه الطيات حجما فقد تكون عريضة بحيث تتناول منطقة كبيرة من الأرض . وقد تكون صغيرة بحيث يرى جانباها فى جرف صغير أو حفرة .

كما أنها تختلف عن بعضها باعتبار درجة الميل على الجانبين . فاذا كانت الطبقات تميل بدرجة واحدة على جانبى المحور فتكون الطية سواء أكانت محدبة أو مقعرة متناسبة (Symmetrical) كما فى الشكل رقم ٨٨ . وتكون غير متناسبة (Asymmetrical) اذا كان الميل فى جانب منها أكثر من ميل الجانب الآخر كما فى الشكل رقم ٨٩ .



(شكل ٨٩) قطاع يوضح طيات غير متناسبة

وقد يزيد مقدار عدم التناسب فى الطيات بحيث يزيد الميل فى احد جانبيها عن ٩٠ درجة فيقال طية مائلة أو نائمة (Recumbent) أو (Overturned). وفى أمثال هذه الطيات ينقلب تعاقب الطبقات فقد تصبح بعض الطبقات الحديثة تحت طبقات أقدم منها كما فى الشكل رقم ٩٠.



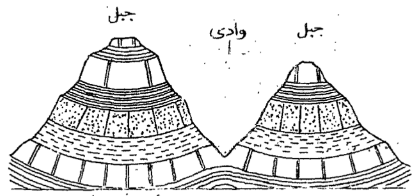
(شكل ٩٠) قطاع يوضح الطية النائمة

وقد تميل الطبقات من جميع نواحيها نحو نقطة متوسطة فتصبح الطبقات كأنها حوض مستدير وتسمى حوض (Basin).

كذلك قد تميل الطبقات فى الجهات الأربعة من نقطة متوسطة فتصبح كأنها قبة وتسمى قبة (Dome).

ومن أمثلة هذا التركيب الأخير جبل أبو رواش القريب من اهرام الجيزه.

وقد تتكون قمم بعض الجبال من طبقات منثنية فى طية محدبة وتكون بطون الوديان التى بينها فى طبقات مقعرة الانثناء على أن العكس هو الأغلب. فقد تكون قمم الجبال من طبقات منثنية فى طيات مقعرة وقدتقطع الأنهار وديانها فى طبقات من الصخر منثنية فى طيات محدبة كما فى الشكل رقم ٩١.

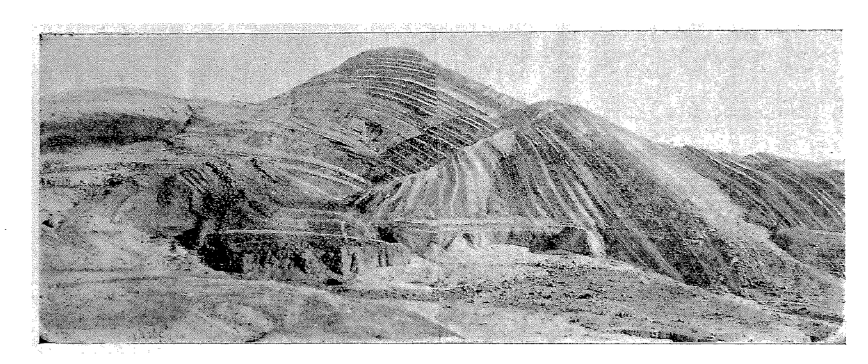


(شكل ٩١) قطاع يوضح أن الوديان قد تكون فى طبقات محدبة والجبال فى طبقات مقعرة

ذلك لأن أغلب الجبال والوديان يرجع تكوينها لعوامل التعرية التى أسلفنا ذكرها وهذه لا علاقة لها بما ينتاب القشرة الأرضية من تجعيد وإنثناء.

ومن أحسن أمثلة الجبال المكونة من طيات محدبة بعض الجبال المعروفة فى

(اللوحة ٢١)



مدخل وادى أم سعيد بجبل اليلج فى شمال شبه حزيرة سينا. يوضح تجعيد الطبقات المكونة لذلك الجبل

شمال شبه جزيرة سينا كجبل اليلج والحلال كما فى الصورة الفوتوغرافية باللوحة الحادية والعشرين .

الفوالق (Faults)

يحدث الانثناء والتجعيد فى طبقات الصخور من جراء الضغط الجانبى الواقع عليها نتيجة الحركة التى تكلمنا عنها . على أن هذه الحركة نفسها قد تنتج بدل الضغط شداً (Strain) فاذا بلغ هـذا الشد حداً لا تحتمله الصخور انفلقت فيهبط جانب أو يرتفع الآخر وهذا هو الفالق (fault). على أن الانفلاق قد يحدث أيضاً من جراء الضغط اذا بلغ حداً يفوق ما يحتاجه الصخر من الانثناء . وقد رأينا فيما تقدم كيف أن الزلازل الشديدة قد تكون سببا فى حدوث الفوالق .

فالفالق هو شق فى القشرة الأرضية مصحوب باختلاف فى منسوب جزئين من طبقات صخرية على جانبيه . (انظر الشكل رقم ٩٢ والصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الثانية والعشرين) .

(شكل ٩٢) قطاع يوضح تأثير الفالق فى طبقات الصخور.
ر ــ رمية الفالق   حـ ــ الزحف الجانبى

وللفالق على الصخور أثران : —

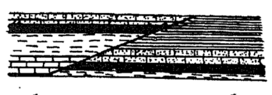
(أولا) تغيير رأسى فى المنسوب أى هبوط جزء من الصخر بالنسبة للجزء الآخر . ومقدار هذا التغيير يسمى رمية الفالق (throw) .

(ثانيا) تغيير افقى فى وضع الطبقات أو زحف جانبى (lateral shift) .

وقد يكون مستوى الفالق رأسيا فيقتصر أثره على تغيير المنسوب رأسيا وقد يميل عن الرأسى فيزداد الزحف الجانبى الناشىء عنه . (انظر الشكل رقم ٩٢) .

والفوالق نوعان: فوالق عادية (Normal) وهى الناتجة عن شد الطبقات وفيها تكون الرمية فى اتجاه ميل الفالق كما فى الشكل رقم ٩٢ .وفوالق معكوسة

(Reversed) وهى الناتجة عن ضغط جانبى وفيها تكون الرمية فى اتجاه مضاد لميل الفالق كما فى الشكل رقم ٩٣ .



(شكل ٩٣) قطاع يوضح الفالق المعكوس وتأثيره فى طبقات الصخور

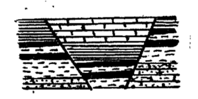
ففى هذه الحالة اذا كان ميل الفالق كبيرا بحيث يقرب مستواه من الأفقى كان من أثره زحف جانب على الآخر (Overthrust) فتعلو بعض الطبقات طبقات أخرى أحدث منها .

وقد تكون الفوالق صغيرة قليلة الأثر فلا تمتد الا لأمتار قليلة وتكون رمياتها لاتتعدى بضعة سنتيمترات أوأقدام . بينما تبلغ بعض الفوالق مدى كبيرا فتخترق القشرة الأرضية على مسافة تقدر بأميال عديدة وتكون خطوطها مستقيمة أوملتوية. كذلك قد تبلغ رمياتها مئات أو آلاف الأمتار .

وتحدث الفوالق عادة فى مجموعات متوازية فاذا كانت رمياتها فى اتجاه واحد سميت الفالق المدرج (Step-fault) (أنظر الشكل رقم ٩٤) .

(شكل ٩٤) قطاع للفالق المدرج

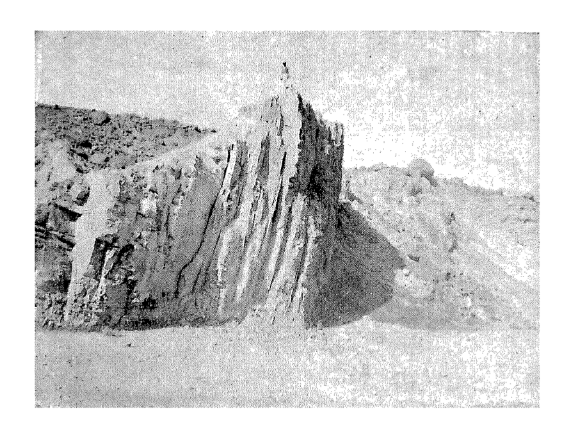
وقد يرمى بعضها الطبقات فى ناحية ويرمى البعض الآخر الطبقات عينها فى اتجاه مضاد. ينتج عن ذلك تركيب يسمى الفالق الحوضى (Trough-fault) (انظر الشكل رقم ٩٥).



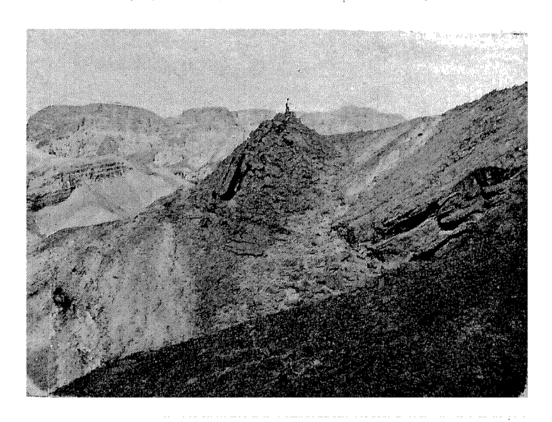
(شكل ٩٥) قطاع الفالق الحوضي

وتصحب خطوط الفوالق عادة ظواهر فى الصخور التى تقطعها أهمها انصقال جوانبها (Slickensides) وذلك من جراء الاحتكاك الواقع بين الصخور المكونة لجانبى الفالق من جراء حركة هبوط احدهما بالنسبة للآخر . كذلك تكوين صخور مهشمة بريشن (Breccia) مكونة من قطع من الصخور المكونة للجانبين تهشمت عند الانفلاق واختلطت ببعضها ثم تماسكت بما رسب بين جزيئاتها من مواد راسبة .

(اللوحة ٢٢)



(ا) فالق بين طبقات العصر الطباشيرى (يمينا)وطبقات العصر الايوسينى (شمالا)
وترى الطبقات الواقعة فى طريق الفالق رأسية (وسط الصورة) — سينا



(ب) فالق بين طبقات العصر الطباشيرى (شمالا) وطبقات العصر الايوسينى (يمينا) . شبه جزيرة سينا

ولما كانت شقوق الفوالق قد تخترق القشرة الأرضية لمسافات بعيدة فقد تصعد فيها مياه معدنية تؤدى لرسوب مواد كالكلسيت فى عروق تملأ الشقوق الجانبية للفالق .

وقد تكون الفوالق سببا فى حدوث بروز فى وجه الأرض فتتكون بسببها بعض الجروف أو الأحواض على أن هذا الأثر يغلب أن تعدو عليه عوامل التعرية المختلفة فتمحوه فلا يترك الفالق وراءه أى ظاهرة جغرافية تدل على وجوده ولابد للتعرف عليه من بحث الطبقات التى تأثرت به .

ومن الظواهر الجغرافية التى يرجع سبب تكوينها للفوالق حوض البحر الأحمر وخليج السويس الذى تحده من الجانبين خطوط من الفوالق أنتجت هبوط شريط من سطح الأرض بين سلاسل جبلية على الجانبين. كذلك يعزون جزءا من حوض نهر الرين الى مثل هذا السبب .

هذا ويرى التجعيد والانفلاق فى طبقات الصخور على أشده فى سلاسل الجبال العظمى التى تكونت فى العصور الجيولوجية المتأخرة كالألب والبرانس والهملايا التى كان السبب الأول فى رفعها حركات أرضية هامة. فهى مكونة من طبقات مجعدة ومنفلقة قد أثرت فيها عوامل التعرية المختلفة فأزالت بعض البروز وملأت بعض المنخفضات فزادت فى تعقيد تركيبها (انظر الشكل رقم ٩٦) .



(شكل ٩٦) قطاع لجزء من جبال الالب يوضح التجعيد الذى انتاب طبقات الصخور المكونة لها .

الباب الرابع

التاريخ الجيولوجى للكرة الارضية

قدمنا فى الباب الثانى من هذا الكتاب وصفا لما تتركب منه القشرة الأرضية من معادن وصخور وأتينا فيه على طرق تكوينها المختلفة. ثم عقّبنا فى الباب الثالث ببيان العوامل الطبيعية الخارجية والداخلية التي تؤثر الآن كما كانت تؤثر دائما فى الماضى فى هذه القشرة فأحدثت فيها ماأحدثت من تغيير أدى بها الى حالتها التى نعرفها الآن.

فمن الميسور اذن الحصول على فكرة صحيحة عن الحوادث التى تعاقبت على سطح الأرض من دراسة الصخور المكونة لها .

وبدهى أن التاريخ الجيولوجى للكرة الأرضية لن تنتظم سلسلة حلقاته الا بعد أن يتم الفحص الدقيق للقشرة الأرضية فى جميع اجزائها. وهذا هو الذى لم نصل اليه بعد . وسيتطلب من بنى الانسان مجهودا كبيرا شاملا لجميع أجزاء الكرة الأرضية فى سنين طويلة .

ولم تبلغ معلوماتنا الجيولوجية حدّا يقرب من الكمال الا فى مناطق محصورة بلغت مدنية ساكنيها حدّا توافرت معه أسباب البحث العلمى الصحيح فبذلت جهود قيمة لفحص أراضيها فحصا جيولوجيا دقيقا. أما الجزء الأكبر من سطح الأرض فإما مجهول بتاتا أو أجريت فيه بحوث سطحية عامة . ولهذا فان هذا الفرع من الجيولوجيا لايزال فى مهد طفولته وهو ينمو ويزدهر بفضل انتشار المدنية ومايصحبها من مباحث علمية صحيحة .

وعلى الرغم مما تقدم فان ما تمت دراسته حتى الآن قد أنار سبل البحث بفضل ما تقرر من قواعد ثابتة صحيحة . وقد أصبحت النقط الأساسية من تاريخ الكرة

الأرضية مقررة ثابتة. والذى ينقصنا هو تطبيق هذه القواعد الأساسية وتحقيقها فى مختلف مناطق الأرض. وللوصول الى تقرير تعاقب الحوادث الجيولوجية فى أى بقعة ما لا بد من أمرين : —

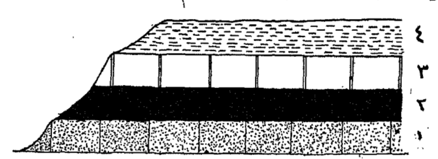
(أولا) تقرير ترتيب تعاقب الصخور المكونة للقشرة الأرضية فيها .

(ثانيا) دراسة كل من هذه الصخور دراسة دقيقة لتعرّف الظروف التى أحاطت بتكوينها وما تأثرت به بعد ذلك من عوامل .

ولتقرير ترتيب التعاقب فى الصخور قواعد ثابتة تختلف فى الصخور الراسبة عنها فى الصخور النارية .

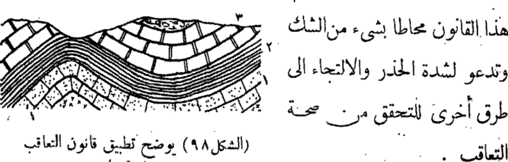
قانون تعاقب الطبقات (Law of Superposition)

القاعدة الأساسية فى الصخور الراسبة أن كل طبقة أحدث مما تحتها وهذا ما يسمونه قانون تعاقب الطبقات . ففى الشكل رقم ٩٧ الطبقة المرقومة برقم ١ هى أقدم من الطبقتين المرقومتين برقمى ٢ و ٣ وهلم جرا .



(الشكل ٩٧) قطاع يوضح قانون التعاقب وتطبيقه فى الطبقات الأفقية

ولا يقتصر تطبيق هذه القاعدة على الطبقات الأفقية بل يتناول أيضا الطبقات المنثنية والمجعدة كما فى الشكل رقم ٩٨ . على أن هناك بعض حالات تجعل تطبيق هذا القانون محاطا بشىء من الشك وتدعو لشدة الحذر والالتجاء الى طرق أخرى للتحقق من صحة التعاقب .



(الشكل ٩٨) يوضح تطبيق قانون التعاقب على الطبقات المجعدة

من ذلك ما يحدث على حواف الاحواض التي تكونت فيها الصخور الراسبة اذ تتخطى كل طبقة ماتحتها من الطبقات (Overlap) كما فى الشكل رقم ٩٩ . فاننا فى جزء منه نرى التعاقب ١ و ٢ و ٣ و ٤ وفى جزء آخر ١ و ٣ و ٤ وفى جزء ثالث ١ و ٤ .

(شكل ٩٩) قطاع يوضح تخطى الطبقات العليا على ماتحتها عند حواف أحواض الرسوب

فاذا اقتصر بحثنا على نقطة واحدة من هذا القطاع فقد نضل عن تقرير التعاقب الحقيق للصخور فيها . فلا بد لذلك من أن يتناول البحث مساحة كاملة لجزء كبير من المنطقة .

وهناك حالة أخرى فيها يتغير تركيب الطبقة الواحدة من جزء لآخر . اذ كثيراً ما يلاحظ أن طبقه رملية اذا تتبعناها على طول امتدادها ألفيناها تغيرت تدريجيا الى طينية كما فى الشكل رقم ١٠٠ وهى خاصة تلازم أغلب الصخور المكونة قرب الشواطىء . فاذا تعرضت مثل هذه المجموعة من الطبقات لعوامل التعرية فادت الى أحداث ثغرة كواد مثلا بين جزأى الطبقة الوسطى كما فى الشكل رقم ١٠٠ فان اختبار القطاع على جانبى الوادى قد يؤدى الى تقرير تعاقب يختلف فى الحالتين .

(شكل ١٠٠) قطاع يوضح الاختلاف فى التعاقب نتيجة تغير الطبقة الواحدة على طول امتدادها

وهناك حالة أخرى هى عدم التوافق (Unconformity) بين مجموعتين متتاليتين من الطبقات كما فى الشكل رقم ١٠١ حيث تجد مجموعتين من الصخور أحداهما وهى السفلى مكوّنة من الطبقات ١ — ٤ والثانية وهى العليا مكونة من الطبقات ٥ — ٧ . ويحدث عدم التوافق فى الطبقات بان يستمر الرسوب أولا فتتكون المجموعة الأولى ثم يعقب ذلك تقلصات أرضية ترفع هذه الطبقات الى السطح فيقف رسوب طبقات أخرى فوقها . وقد تتجعد هذه المجموعة الأولى ثم يتعرض سطحها لعوامل التعرية . وأخيراً تعود فتهبط المنطقة مرة أخرى وترسب فوق سطح المجموعة الأولى طبقات المجموعة العليا حتى اذا فحصنا جزءا من القطاع نجد التعاقب فيه ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ وفى جزء آخر ١ و ٢ و ٣ و ٥ و ٦ و ٧ وفى جزء ثالث ١ و ٢ و ٥ و ٦ و ٧ وهلم جرا . وقد يكون عدم التوافق غير مصحوب باختلاف فى الوضع بين طبقات المجموعتين وذلك لبقاء المجموعة الأولى على أفقيتها على الرغم من رفعها

(شكل ١٠١) قطاع يوضح عدم التوافق بين مجموعتين من الطبقات

وتكون النتيجة الوحيدة هى ضياع طبقة أو أكثر من الطبقات العليا المجموعة السفلى بالتعرية . كما فى الشكل رقم ١٠٢ حيث الطبقة ٤ قد ازاحتها عوامل التعرية .

وفى مثل هذه الحالة الاخيرة لابد من الالتجاء الى الحفريات (fossils) والى المقارنة بمناطق أخرى قبل البت فى أمر تعاقب طبقاتها .

(شكل ١٠٢) قطاع يوضح عدم التوافق بين مجموعتين من الطبقات مع بقائها جميعا على أفقيتها

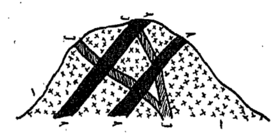
فمما تقدم نرى أن قانون التعاقب هو الأساس الأول فى تقرير ترتيب تعاقب الطبقات الا أنه لابد من الالتجاء الى شىء آخر يكمل ما يعتوره من نقص وقصور ولمقابلة ماقدمنا من احتمالات . وهذا الشىء الآخرهو الحفريات وسنتكلم عليها بعد .

أما فيما يختص بالصخور النارية فالقواعد الثلاثة الآتية تساعدنا على تقرير العمر النسبى لبعضها وللصخور الراسبة التى قد تصحبها : —

(١) اذا وجد صخر نارى متدخلا فى صخر راسب أوفى صخر نارى آخر فالصخر المتدخل هوطبعا أحدث من الصخور التى تدخل فيها كما فى شكل ١٠٣

(شكل ١٠٣) قطاع يوضح العمر النسبى للصخور النارية والصخور الراسبة (جـ) جرانيت (س) سد نارى (١ــ٥) طبقات راسبة

(٢) اذا تقاطع سدان أو عرقان من الصخور النارية فالقاطع احدث من المقطوع كما فى الشكل ١٠٤



(شكل ١٠٤) قطاع يوضح العمر النسبى بين الصخور النارية. (ا) كتلة صخر نارى (ب) سدود نارية (جـ) سدود نارية أخرى

(٣) اذا احتوى صخر قطعا من صخور اخرى فهذه القطع لصخور اقدم من الصخر الذى يحتويها كما فى الشكل ١٠٣ .

الحفريات (Fossils)

الحفرية أو الدفينة اصطلاح للدلالة على كل شيء من أصل عضوى نباتى أو حيوانى دفن ضمن الرواسب المكونة للصخور الراسبة وقت تكوينها .

ولتكوين الحفريات فى أول الأمر لابد من توافر شيئين :—

(أولا) أن تدفن البقايا العضوية بمجرد موتها فى رواسب تحميهامن الاندثار . من ذلك نجد أن الحيوانات والنباتات العائشة على سطح الأرض اليابسة هى أقل حظا فى تكوين الحفريات من الحيوانات والنباتات البحرية لأن الأولى تموت فتبقى على سطح الأرض عرضة للحل والفناء بينما الثانية تسقط الى قاع البحر حيث ترسب فوقها الرواسب البحرية فتحميها من التلف وتحفظها .

(ثانيا) أن يحتوى النبات أو الحيوان جزءا صلبا يقاوم عوامل الفناء حتى يدفن ويحفظ . فالأجزاء الرخوة كاللحم والشحم سرعان ما يتولاها العطب فتندثر أما الأجزاء الصلبة كالمحارات والعظام والجزوع والفروع الخشبية فهذه تبقى طويلا فتدفن قبل أن تندثر . على أن هناك حالات هامة حيث يدفن الحيوان أو النبات بسرعة قبل أن يتولى التلف أجزاءه الرخوة وفى هذه الحالات تكون الحفرية مكونة من الأجزاء الرخوة والصلبة على حد سواء .

وقد تكون الحفرية عبارة عن الحيوان أو النبات محفوظا بجميع أجزائه وهذا نادر مثل الماموث (Mammoth) وهو نوع من الفيلة كانت تسكن شمال أوروبا فى العصور الجيولوجية الأخيرة فبادت وتركت بعض أمثلتها محفوظة تحت طبقات الجليد فى شمال روسيا فكان الجليد سببا فى حفظها من التلف حتى لتوجد هذه الحيوانات محفوظة بلحمها وجلدها وشعرها .

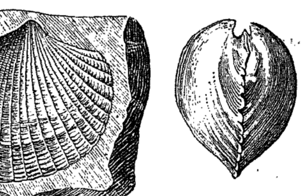
كذلك النمل والبعوض الذى يوجد فى الكهرباء (الكهرمان) وهو فى الأصل صمغ تكون فى عصر جيولوجى سابق كما يتكون الصمغ الآن فى الغابات الحالية

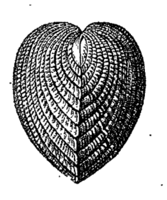
ثم التصقت به هذه الحشرات فغارت فيه وبذلك حفظت أعضاؤها الدقيقة من التلف.

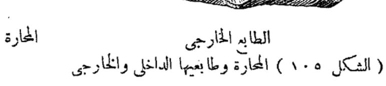
وقد تكون الحفرية مجرد الجزء الصلب من الحيوان أو النبات وفى هذه الحالة إما أن تبقى المادة الأصلية بغير تحول الى مادة أخرى كالمحارات التى توجد فى كثير من الصخور الراسبة وإما أن تستبدل بمادتها الأصلية مادة معدنية أخرى مع بقاء التركيب الأصلى بجميع دقيقاته. مثال ذلك الخشب المتحجرة المعروفة بالصحارى الشرقية والغربية قرب القاهرة اذ ترى القطعة محتفظة بالشكل والتركيب الخشبى المعروف على أن المادة هى ثانى أوكسيد السليكون بدلا من المادة الخشبية الأصلية . ذلك لأن مادة السيليس احتلت مكان المادة الأصلية جزيئة بجزيئة. (انظر الصورة ا باللوحة السابعة والعشرين) .

وقد تكون الحفرية مجرد الأثر أو الطابع الذى يتركه الحيوان أو النبات بعد اندثار مادته الأصلية . ذلك لأن الصخور الراسبة كما قدمنا تتكون فى أول الامر من رواسب مبللة طرية غير متماسكة فاذا سار على سطحها حيوان وهى لاتزال على هذه الحالة فانه يترك أثرا عليها فاذا تراكمت فوق سطحها رواسب أخرى ثم تماسكت قبل أن يمحى الأثر الذى تركه الحيوان فان هذا الأثر يبقى فيها وهى صخر صلب. ومن هذا النوع بعض آثار لأرجل حيوانات ترى فى صفحات بعض الصخور .

كذلك المحارات التى تعيش فى البحار تسقط بعد موتها على قاع البحر حيث تدفن فى الرواسب التى تتكون عليها . وقد تحتل هذه الرواسب فجوات المحارات فتملأها حتى إذا صلب الصخر ثم أذيب جسم المحارة الأصلى ترك وراءه طابعين الطابع الخارجى (External cast) وهو الأثر الذى يتركه ظهر المحارة فى الصخر المحيط بها . والطابع الداخلى (Internal cast) وهو ما كان يملأ جوف المحارة من المادة الراسبة . وأمثال هذه الطوابع كثيرة فى الصخور كما فى الأحجار الجيرية بجبل المقطم شرق القاهرة (أنظر الشكل رقم ١٠٥) .







الطابع الداخلى　　　　الطابع الخارجى　　　　المحارة

(الشكل ١٠٥) المحارة وطابعيها الداخلى والخارجى

وتقوم الحفريات بخدمة هامة فى التعرف على التاريخ الجيولوجى للكرة الأرضية وقد اتخذت أساسا لتقسيم الزمن الجيولوجى الى عصور كما انهـا تدلنا على توزيع البحار واليابسة على سطح الأرض فى كل عصر من عصورها الجيولوجية الغابرة وتشير إلى الحالة الاقليمية والجوية فى هـذه العصور بفضل اختلاف أنواع الحياة باختلاف الأقاليم .

ولقد لفتت الحفريات نظر الانسان منذ عصور مدنيته الأولى. على أنه منذ ذلك الوقت حتى القرون الوسطى كان الاعتقاد السائد أنها إما مصادفات طبيعية لا علاقة لها بالحيوان أو النبات واما أنهـا نتيجة صنع الشيطان فى سعيه لمحاكاة صنع الخالق جل شأنه مع عجزه عن أن يبعث فيها الحياة . وقد كان رجال الدين والقساوسة ينزلون اللعنات على من يجرؤ أن يعرض لدراسة هذه الأشياء من صنع الشيطان .

فلما بدأ الفلاسفة والعلماء ينظرون اليها نظرة علمية جدية واعترف لها بأنها بقـايا حيوانات أو نباتات عاشت فى زمن سابق ثم ماتت وتركتها شاهدة على سابق وجودها لوحظ اختلاف أنواع الحفريات باختلاف الطبقات. وأخيرا تقرر أن لكل مجموعة من طبقات الصخور الراسبة مجموعة خاصة بها من الحفريات تختلف عن الحفريات فيما تحتها وما فوقها من الطبقات .

ومن ثم نشأ الاعتقاد فى أن الكرة الأرضية مرت بسلسلة من العصور الجيولوجية يمتاز كل منها بأنواع خاصة من أنواع الحياة . وكان الاعتقاد السائد وقتئذ أن كل عصر انتهى بـكارثة أهلكت كل ما كان على الأرض وفى البحار من أحياء ثم عادت الخليقة فأنشأت أنواعا جديدة للعصر الذى يليه. وهذه النظرية هى المعروفة بنظرية الكوارث (Theory of Catastrophism and Re-creation)

ولما تقدم البحث والاستكشاف ظهر أن بعض أنواع الحفريات توجد فى أكثر من عصر جيولوجي واحد وأن بعض الأنواع المعروفة في عصر معين تشابه لدرجة كبيرة مع اختلاف بسيط فى تفاصيل التركيب أنواعا أخرى في عصر سابق أو لاحق . فكان الاستنباط الطبيعى اذن أن

هذه الكوارث وان حدثت فى بعض أجزاء من الأرض لم تكن عامة وان الحياة على هذا الكوكب سلسلة متصلة لم تنقطع منذ خلقتها الاولى .

وقد أقامت مشاهدات دارون (Darwin) وولاس (Wallace) وسبنسر (Spencer) وغيرهم من أعلام المفكرين فى القرن الماضى البرهان على فساد نظرية الكوارث فاثبتوا أن الحياة منذ خلقتها الأولى على وجه البسيطة هى دائمة مستمرة ولكنها فى تغير وتحول بطىء مستمر وان من الانواع الفطرية البسيطة الأولى قد نشأت تدريجياً أنواع أرقى فأرقى حتى نشأت أرقى أنواع المخلوقات ذات النظام الجسمى المركب . وهذه النظرية هى المعروفة بنظرية النشوء والارتقاء (Theory of Evolution) . وقد أصبحت هذه النظرية منذ أن وضع دارون قواعدها الأولى العمود الفقرى لجميع علوم الحياة وهى الأساس الذى يرتكز عليه فى تقسيم الزمن الجيولوجى الى عصوره المتتابعة .

ومن المبادىء التى قررتها هذه النظرية أن الكائنات الحية فى نضال مستمر مع عوامل الطبيعة وأن كل تغيير هام فى هذه العوامل يؤدى الى ضعف واضمحلال الانواع التى تثبت على تركيبها الاصلى فلا تتكيف لمقابلة الظروف الجديدة المحيطة بها وهذه تنتهى بأن تندثر وتبيد . أما الانواع التى تقابل تغير الأحوال بتغير مناسب فى تركيبها فهذه تصبح أقدر على المقاومة فتعيش وتزدهر وهذا ما يسمونه بقاء الأصلح (Survival of the fittest) .

ولا شك أن التغيير الذى قد يحدث فى هذا النوع الاخير من الكائنات هو فى أول الامر دقيق غير محسوس الا أنه يتضاعف بالوراثة مع تعاقب الاجيال حتى يؤدى فى النهاية الى تغيير تام فى تركيب الحيوان أو النبات . على أن الزمن الذى يتطلبه اتمام هذا التغيير قد يقدر بآلاف أو ملايين من السنين ويتناول أجيالا عديدة متعاقبة . ويكون حينئذ كل جيل من هذه الاجيال حلقة فى سلسلة التغيير من نوع لآخر . فاذا اعتبرنا أن كل جيل يترك أثره فى بطون الطبقات التى تكونت معاصرة له فمن الجلى أن كل طبقة أو مجموعة متعاقبة من الطبقات تتميز عما يليها بانواع خاصة من الحفريات .

ولقد دلت المشاهدة فى مختلف أنحاء الأرض على أن أحدث الطبقات الصخرية العليا تحتوى أنواعا من الحفريات لاتختلف الا قليلا عن الأنواع التى لاتزال تسكن الأرض والبحار فى الوقت الحالى . واننا كلما تعمقنا الى طبقات أقدم فأقدم وجدناها تحتوى أقل فأقل من هذه الأنواع الحية مع تكاثر أنواع أخرى بائدة . وهكذا تندثر هذه الأنواع البائدة من الطبقات التى تحتها وتأخذ مكانها أنواع بائدة أخرى وهلم جرا .

وقد أمكن مما اجتمع حتى الآن من أنواع الحفريات المختلفة تقرير تعاقب معين لهذه الأنواع . ووجد أن هذا الترتيب فى التعاقب هو واحد فى جميع أنحاء الأرض .

فالحفريات التى تحتويها أقدم طبقات الصخور الراسبة فى أوروبا تشابه تماما تلك التى وجدت فى أقدم الطبقات بافريقية وآسيا وباقى القارات . كذلك الحال فى كل مجموعة من الطبقات المتعاقبة . فمن البدهى اذن ان للحفريات الفضل الأكبر فى تمكيننا من تحديد مركز كل طبقة أو مجموعة من الطبقات فى سلسلة التكاوين الجيولوجية التى يتكوّن منها النظام الجيولوجى العام . وقد أصبح من الميسور مقارنة الطبقات المختلفة التركيب بمقارنة حفرياتها .

هذا ومن اختبار الحفريات التى تحتويها الطبقات المكونة للقشرة الأرضية يتضح أن هناك رقيّا مستمرا فى الأنواع من أقدم العصور الى أحدثها . فأقدم الطبقات لاتحتوى من الحيوانات والنباتات الا أدناها مرتبة وأبسطها تركيبا بينما الطبقات التى تليها تحتوى بالتدريج الأرقى فالأرقى حتى تبلغ أرقاها فى أحدث الطبقات.

ويبدو أن أول ما ظهر على وجه الأرض من أنواع الحياة حيوانات ونباتات بحرية دنيئة لم تترك لها أثرا بين صفحات اقدم الطبقات . وقد يكون ذلك لخلوها من أجزاء صلبة تبقى أثرا بعدها . ثم أعقبت ذلك حيوانات بحرية محارية كان لها التفوق فى العصور الجيولوجية القديمة فتركت وراءها عددا عظيما من الحفريات المختلفة. ولم تظهر الحيوانات الفقرية الا بعد مضى وقت طويل من الزمن الجيولوجى فظهرت الأسماك ثم تلتها أنواع من الضفادع (Amphibia) تجمع بين خاصتى المعيشة فى الماء وتنفس الهواء . ومنها اشتقت أنواع الحيوانات التى تعيش على الارض اليابسة .

وفى أواخر العصور الجيولوجية القديمة ظهرت أنواع الزواحف (Reptiles) وهذه تفوقت على غيرها فى العصور الجيولوجية المتوسطة وكان من أنواعها مايسكن البحار ومنها ما يسكن الأرض ومنها ما يطير فى الهواء . وقد بلغت بعض الزواحف حجما كبيرا جدا كما يستدل من عظامها التى كشفت فى أمريكا وأوروبا وآسيا .

ثم جاءت العصور الجيولوجية الحديثة فظهرت فيها الحيوانات التى تشبه الحيوانات المعروفة الآن وأهمها الحيوانات الثديية (Mammals) والتى انتهت فى

سلسلة من الرقى إلى أرقاها جميعا وهو الانسان الذى لم يظهر على وجه الأرض اذن إلا فى أواخر العصور الجيولوجية الحديثة .

ومثل ذلك كان التطور فى عالم النباتات فكان أول ما ظهر منها أنواع بحرية بسيطة دنيئة ارتقت منها أنواع بحرية أخرى ومن هذه تدرجت النباتات التى تعيش على اليابسة. وهذه انتشرت فى أحد العصور القديمة لدرجة عظيمة جدا أدت بترا كمها لتكوين طبقات الفحم الحجرى فى كثير من المناطق . على أن هذه الأنواع كانت لنباتات غير مزهرة فلم تظهر هذه الأخيرة إلا فى العصور المتوسطة ثم انتشرت بكثرة فى العصور الحديثة .

ومن الجدول المقابل لصفحة ١٧٤ يتبين تعاقب أنواع الحيوانات والنباتات فى العصور الجيولوجية المختلفة .

الزمن الجيولوجى وتقسيمه الى أحقاب وعصور

الزمن الجيولوجى قديم جدا يقصر العقل الانسانى عن أن يحيط بقدمه . ذلك لأن الانسان يرجع فى تقدير الزمن الى وحدة قصيرة هى السنة ولأن عمره على الأرض محدود بعدد صغير من هذه السنين. وقد تمر بضع سنين على حادث معين فتمحوه من الذاكرة . واذا تكلمنا عن حوادث التاريخ القديم فانما نفعل ذلك ونحن نستعظم ما يفصلنا عنها من زمن .

على أن نظرة دقيقة تدلنا لأول وهلة أن حياة الانسان على الأرض ضئيلة جدا وأن الانسان نفسه حادث على وجه الأرض وهو أحدث المخلوقات جميعا . فاذا أردنا أن نتكلم عن الزمن الجيولوجى وجب علينا قبل كل شىء أن نجرد عقولنا من القيد الذى نفرضه عليها بمقارنة كل شىء بعدد محدود من السنين . ولا بد أن نفقه أن عوامل الطبيعة المختلفة ما كانت لتحدث ما أحدثته من الظواهر فى وجه الأرض لولا أقدمية الزمن الذى تعمل فيه. ولنضرب لذلك مثلا يقع تحت نواظرنا من عام لآخر ذلك أن نهر النيل يترك وراءه بعد كل فيضان طبقة رقيقة من الغرين

يقدرون سمكها بمليمتر واحد. أى أنه لا بد من ألف فيضان فى ألف سنة متتابعة لتكوين طبقة من هذا الغرين يبلغ سمكهـا مترا واحدا. فاذا اعتبرنا أن متوسط سمك التربة الزراعية فى مصر هـو عشرة أمتار يكون تكوينها قد تطلب عشرة آلاف من السنين. والواقع أكثر من ذلك نظرا لأن مايتكون فى اعوام قد تكتسحه الرياح والسيول فى لحظات.

هذا والتربة الزراعية هى أحدث التكاوين فى وادى النيل وقد سبقت تكوينها عصور طويلة كان نهر النيل يجلب من أعالى مجاريه رمالا وحصى هى التى تملأ جوف الوادى تحت التربة السطحية. والنيل نفسه ظاهرة حديثة وقد سبقته عصور كان هذا الجزء من القارة الافريقية تغطيه مياه البحار وعلى قاعها تكونت طبقات سميكة من الرواسب الجيرية التى استحالت فيما بعد الى طبقات الصخور التى تغطى الهضبة المحيطة بجانبى الوادى. وهذه قد سبقتها عصور كانت فيها الأراضى المصرية جزءا من قارة معرّضـة لعوامل التعرية. وكانت قبـل ذلك بوقت طويل مسرحا لتفاعلات بركانية عنيفة تكونت من جرائها الصخور النارية المعروفة فى سلسلة الجبال التى تفصل البحر الأحمر من حوض النيل.

فلا شك اذن أن التاريخ الجيولوجى قديم جدا وأنه يصعب على الانسان الاحاطة بهذا القدم. وقد يقارن طول الزمن فى الجيولوجيا بسحق المسافات فى علم الفلك حتى أن المسافة بين الارض والكواكب وبينها وبين النجوم تقدر بآلاف الملايين من الأميال مما جعل تقديرها عادة بالسنين التى تلزم لوصول الضوء منها الينا مع العلم بان سرعة هذا الضوء تبلغ نحو ٢٩٩٫٠٠٠ كيلو متر فى الثانية الواحدة.

ولقد أراد بعض الباحثين تقدير عمر الارض فاستندوا على ما تحتاج اليه بعض العوامل لاحداث ظاهرة من الظواهر المعروفة فاختلفت النتائج التى وصلوا اليها. فقدره بعضهم بعشرة ملايين سنة بينما قدره البعض الآخر مستندين على عوامل أخرى بما يقرب من الف مليون سنة. وفى هـذا ما يضعف الثقة بأمثال هذه التقديرات جميعاً.

فالعمر الجيولوجى لأى طبقة من الطبقات يجب أن يبقى نسبيا الى الطبقات الاخرى.

هـذا واذا كان التاريخ الجيولوجى سلسلة متصـلة من الحوادث تعتمد كل واحدة منها على ماسبقها وتمهد السبيل لما يعقبها فان دراسة هذا التاريخ كشأن كل

الدراسات المماثلة تتطلب لسهولة إجرائها تقسيم الزمن الجيولوجى الى أقسام يمتاز كل منها بصفات وحوادث مغينة .

وقد قسم الزمن الجيولوجى الى أربعة أقسام هامة يعبر عنها بالاحقاب (Eras) وهى : —

(١) الحقب الابتدائى (Archaean Era) — أو الحقب الأركى هو حقب الحياة الفطرية. وقد تكونت فيه أقدم الطبقات المعروفة فى القشرة الأرضية وليس بها أى أثر يمكن الجزم بأنه لنوع من أنواع الحياة .

(٢) حقب الحياة القديمة (Palaeozoic) — وقد تكونت فيه طبقات من الصخور تحتوى حفريات لحيوانات ونباتات تختلف كل الاختلاف عن أنواع الحياة المعروفة الآن .

(٣) حقب الحياة الوسطى (Mesozoic) وقد تكونت فيه طقات من الصخور تحتوى أنواعا من النباتات والحيوانات تعتبر حلقة بين القديم والحديث .

(٤) حقب الحياة الحديثة (Cainozoic.) حيث بدأ ظهور أنواع من الحياة على وجه الأرض تشبه كثيرا الأنواع التى تسكنها الآن .

ولا نقول أن هذه الأقسام الأربعة متساوية من حيث قيمتها الزمنية بل هى على العكس من ذلك فيقدرون نسبتها الزمنية على حسب الأرقام الآتية :—

فالحقب الابتدائى	يبلغ	نحو	٥٥	فى المائة	من مجموع	الزمن الجيولوجى
وحقب الحياة القديمة	»	»	٣٠	»	»	»
وحقب الحياة المتوسطة	»	»	١١	»	»	»
وحقب الحياة الحديثة	»	»	٤	»	»	»

على أن هذه الاحقاب يتميز بعضها عن بعض بميزات أهمها أنواع الحياة التى كانت تعيش فيها كما قدمنا . ويظهر أن الانتقال من حقب الى آخر كان مصحوبا بحركات أرضية تكاد تكون شاملة فكان لها أثر بيّن فى هيئة وجه الأرض كارتفاع سلاسل جبال عظيمة وهبوط مناطق كبيرة تحت منسوب البحر . ولا شك أن

هذه الحركات وما أحدثته من تغيير هى السبب لحد ما فى التغيير البيّن الذى تولى أنواع الحياة فنشطت فيها عوامل النشوء والارتقاء التى كان من جرائها اختلاف أنواع الحياة فى الأحقاب المتتالية .

وقد قسمت هذه الاحقاب العظمى الى عصور (Periods) يمتاز كل عصر منها بميزات حيوانية ونباتية وأحيانا أيضا بميزات صخرية ومعدنية . وقد أختيرت أسماء هذه العصور إما للاشارة الى صفة صخرية خاصة كالعصر الكربونى (Carboniferous) الذى فيه تكونت أهم طبقات الفحم الحجرى فى العالم . والعصر الطباشيرى (Cretaceous) الذى يغلب بين طبقاته حجر الطباشير (Creta لفظ لاتينى يعنى طباشير) . وإما إشارة الى بلد من البلاد حيث وجدت فيه طبقات ذلك العصر على أتم تكوين كالعصر الديڤونى (Devonian) نسبة الى مقاطعة ديڤونشير بجنوب انكلترا وهلم جرا .

أما تقسيم الحقب الحديث فقد اتبعت فيه قاعدة علمية روعيت فيها نسبة الأنواع التى لاتزال عائشة بين حفرياته من الحيوانات الرخوة (Molluscs) .

والجدول المقابل يبين تقسيم الاحقاب الى عصور ويوضح الصفات الخاصة بكل عصر : —

وقبل أن ننتقل الى الكلام فى صفات كل عصر من هذه العصور والصخور التي تكونت فيه وما تحتويه من حفريات نستعرض بعض ما قيل عن حالة الكرة الأرضية قبل الزمن الجيولوجي .

الكرة الارضية قبل الزمن الجيولوجي

يبدأ الزمن الجيولوجي بالوقت الذى تكونت فيه أقدم الصخور المعروفة فى القشرة الأرضية . على أن هذا الكوكب كان موجودا كجسم مستقل بذاته قبل ذلك بوقت طويل . وقد تقدمت نظريات عديدة عن الحالة التى كان عليها حينذاك .

جدول يبين تقسيم الزمن الجيولوجي الى أحقاب وعصور

الحقب Era	العصر (Period)	توزيع انواع الحياة فى الزمن الجيولوجي	مميزات العصور
حقب الحياة الحديثة (الكاينوزويك) (Cainozoic) — الرباعى (Quaternary)	الحديث (Recent)	الانسان — الثدييات — الطيور — الزواحف — الامفيبيا — الاسماك — الحيوانات اللافقرية — النباتات غير المزهرة — السرخسيات — النباتات الزهرية	عصر الانسان
	البليستوسين (Pleistocene)		عصور الانسان الحجرية (Stone Ages) عصر الجليد بأوروبا (Ice Age)
الثلاثي (Tertiary)	البليوسين (Pliocene)		بدء ظهور الانسان على الارض.
	الميوسين (Miocene)		رفع أهم سلاسل الجبال العظمى. عصر الثدييات الكبرى (Age of Mammals)
	الاليجوسين (Oligocene)		بدء ظهور القرود والثدييات الراقية. الغابات المتحجرة بالصحارى المصرية.
	الايوسين (Eocene)		عصر النوموليت (Age of Nummulites) ابتداء ظهور انواع الحياة الحديثة.
حقب الحياة الوسطى (الميزوزويك) (Mesozoic)	الطباشيرى (Cretaceous)		اهم صخوره الطباشير. اندثار الزواحف الكبرى. بدء النباتات الزهرية
	الجوراسي (Jurassic)		عصر الزواحف الكبرى (Age of Reptiles) والامونيت (Ammonites)
	الترياسى (Triassic)		بدء انواع الحياة الوسطى. عصر الصحارى باوروبا.
حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) (Palæozoic)	البرمى (Permian)		عصر الامفيبيا (Age of Amphibia) ظهور الزواحف واندثار الانواع القديمة.
	الفحمى (Carboniferous)		عصر الفحم الحجرى.
	الديفونى (Devonian)		عصر الاسماك. (Age of Fishes)
	السيلورى (Silurian)		بدء ظهور الاسماك والعقارب.
	الأردوفيسى (Ordovician)		عصر الجرابتوليت. (Age of Graptolites)
	الكمبرى (Cambrian)		عصر التريلوبيت (Age of Trilobites) ظهور اغلب رتب الحيوانات اللافقرية.
الحقب الاجدائى (الاركى) (Archean)			اغلب الصخور نارية او متحولة وخالية من الحفريات.

على أن الجيولوجيا تعجز وحدها عن تقديم معونة كبيرة فى هذه الناحية . اذ هى تعتمد دائما على الاستنباط من الصخور التى يمكن الوصول اليها ورؤيتها . وقد أشرنا الى أن ما نراه من هذه القشرة ضئيل جدا بالنسبة لمجموع حجم الكرة الأرضية.

ولما كانت الأرض كوكبا من الكواكب المحيطة بالشمس فالبحث فى حالتها السابقة للزمن الجيولوجى مستمد من المعلومات التى أمكن الفلكيون اقتباسها من دراسة الكواكب والأجرام السماوية الأخرى .

وقد تقدمت على هذا الأساس نظريات عديدة نأتى الآن على أهمها قبل أن نستخلص فكرة عامة عن حالة الكرة الأرضية قبيل الزمن الجيولوجى .

وأولى النظريات التى تقدمها لتفسير تكوين الأرض فى أول نشأتها هى النظرية السديمية (Nebular Hypothesis.) . والسديم (Nebula) هو تركيب فى بعض الأجرام السماوية يتكون من مواد غازية ترى فى السماء على شكل سحابة صغيرة . وخير الأمثلة سديم الجبار (Orion) وهو الذى يرى ضمن المجموعة المعروفة بهذا الاسم والتى يرى شكلها فى السماء بالنظارة الفلكية المعظمة كما فى الصورة رقم ١ باللوحة الثالثة والعشرين .

وقد وضع هذه النظرية فى أول الأمر العالم الفلكى الالمانى كانت (Kant) عام ١٧٥٥ فقرر أن الفضاء السماوى كان قبل تكوين النجوم والكواكب تملؤه سحابة عظيمة أو سديم عظيم مكون من مواد غازية على حرارة مرتفعة . وقد انقشع هذا السديم بعد ذلك تدريجيا بتركيز هذه الغازات بالجاذبية التى بين جزئياته حول نقط معينة أكثر كثافة من باقى أجزاء السديم فكانت هذه النقط فيما بعد هى النجوم والشموس المختلفة .

من هذه النظرية العامة اشتق العالم الفرنسى لابلاس (Laplace) فى عامى ١٧٩٦ ، ١٨٢٤ نظريته التى شاعت فيما بعد والتى تقرر أن المجموعة الشمسية كانت فى أول الامر سديماً حاراً يملأ فى الفضاء ما بين مركز الشمس الحالى وأبعد الكواكب المعروفة عنها . ولما كان هذا السديم يبرد بالاشعاع كان انكماشه تدريجيا فترك من آن الى آخر حلقات سديمية انفصلت عنه الواحدة تلو الأخرى ثم تركزت كل حلقة منها حول نقطة معينة أصبحت فيما بعد كوكبا من الكواكب ومنها الأرض .

فتكون الأرض إذن حسب هذه النظرية مثلها مثل باقى الكواكب الأخرى قد بدأت حياتها كحلقة سديمية غازية تحولت تدريجيا بالبرودة إلى مادة سائلة ثم صلبت حولها قشرتها الخارجية . وهى تزداد برودة يوما بعد يوم وتزداد بذلك قشرتها سمكا مع بقاء جوفها على حالة انصهار وحرارة مرتفعة .

وظلت هـذه النظرية مقبولة سنين عديدة على أن البحث العلمى وتوالى المشاهدات زعزع الاعتقاد فيها حتى قام البرهان أخيرا على استحالة صحتها .

ذلك لأن قبول هـذه النظرية يقتضى أن تـكون حرارة الـكرة الارضية فى تناقص مستمر أى أن الحرارة فى العصور الجيولوجية الأولى كانت مرتفعة فتناقصت بالتدريج حتى أن حرارة الأرض فى الوقت الحالى هى أقل منهـا فى جميع العصور الجيولوجية . والواقع غير ذلك . فقـد ثبت أن أقدم أنواع الحيوانات والنباتات التى عرفت من حفرياتهـا فى الصخور لم يـكن تركيبهـا بحيث تحتمل حرارة أكثر مما تحتمله أنواع الحياة التى تسكن الأرض والبحار الآن . كما أنه ظهر من بعض طبقات الصخور فى العصور الجيولوجية القديمة أن أجزاء من الأرض كانت تغطيها طبقات الجليد . أضف الى هـذا ما يثبت أن الاحوال الجوية على سطح الأرض قد تقلبت كثيراً من عصر الى آخر ولـكنها على كل حال لم تختلف عن الحالة التى نعرفها الآن .

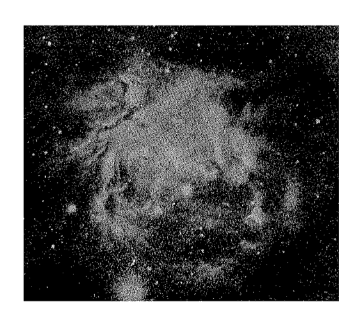
كذلك لو أخذنا بنظرية أن جوف الأرض مادة سائلة يحيط بهـا غلاف رقيق من صخور صلبة لـكان لتأثير جاذبية الشمس والقمر والـكواكب الأخرى نتائج تخالف ما نراها الآن ذلك بأنها كانت تحدث حتما مدًّا وجزرا فى هذه المواد السائلة يجعلان القشرة الأرضية أقل ثباتاً مما هى .

فلما ظهر فسـاد هـذه النظرية بدأت النظريات تتقدم الواحدة تلو الأخرى للتغلب على بعض المصاعب التى قدمنا وقد اتفقت جميعها على أن الأصـل الأول هو سديم (Nebula) .

بيد أن النظريات الفلـكية الحديثة تقرر أن السديم ليس بغـازات بل هـو عبارة عن ذرات معدنية صلبة يرتبط بعضها ببعض بحكم الجاذبية فتتكون منها سحابة سماوية أو غبار سماوى يخضع لقوانين الطبيعة كأنما هو جسم واحد .

وأهم هذه النظريات الحديثة تقول أن الشمس كانت فى أول أمرها سديما أى ذرات معدنية صلبة أغلبها صغير ولـكن بينها جزيئات أكبر حجما من غيرها . ثم وقع هذا السديم تحت تأثير جاذبية الأجرام السماوية الأخرى ففككت الأجزاء الخارجية لهذا السديم وامتدت منه أذرع اكتسبت شكلا حلزونيا من جراء دوران السديم فأصبح بذلك أشبه بالسديم الحلزونى الذى يرى فى مجموعة النجوم المعروفة بالسلاقى (Hunting-dogs) (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثـالثة والعشرين) .

(اللوحة ٢٣)



(ا) منظر السديم المعروف فى مجموعة نجوم الجبّـار (Orion) .
كما يرى بالنظارة الفلـكية المعظمة



(ب) منظر للسديم الحلزونى المعروف فى مجموعة نجوم السلاق (Hunting dogs)
كما يرى بالنظارة الفلـكية المعظمة

وأخيرا انقشع السديم تدريجا باجتماع الأجسام الصغيرة حول الأجزاء الكبيرة بالجاذبية فكانت الكواكب ومنها الأرض .

هـذا ولما كان سقوط القطع الصغيرة على سطح النواة التى تجذبها يصحبه اصطدام تتولد منه حرارة مرتفعة فقد انصهر الجزء الخارجى لكل كوكب ثم صلب بالبرودة الناتجة عن الاشعاع .

هـذا ولما كانت المواد المعدنية القاعدية تصلب أسرع من الحمضية فقد بقيت الأخيرة مصهورة لمدة أطول حتى اذا صلبت بعد ذلك تكونت منها القشرة الخارجية فى صخور جرانيتية هى التى تتكون منها غالبا أقدم الصخور المعروفة فى القشرة الأرضية . وبالبرودة انكمشت القشرة فتجعدت فهبطت منها أجزاء أصبحت فيما بعد هى المحيطات وبرزت أجزاء أخرى هى القارات . فالمحيطات والقارات ظواهر أساسية فى الكرة الأرضية . وهى ثابتة فى مجموعها لم تتغير الا قليلا فى حافاتها منذ نشأتها حتى وقتنا هذا .

وقد أحاطت بالأرض فى حالتها الأولى أبخرة وغازات تحولت فيما بعد الى ماء ملأ بطون المنخفضات فتكونت منه المحيطات والبحار . وقد تعرضت سطوح القارات الى عوامل التعرية فكانت المواد التى تسربت الى بطون البحار والمحيطات فبدأ تكوين الصخور الراسبة ومن ثم بدأ التاريخ الجيولوجى الذى نتقدم لبحثه الآن .

الحقب الابتدائى (الاركى) (Archaean Era)

يبدأ الحقب الأركى وقد أصبحت الارض وحدة كروية مستقلة ذات قشرة خارجية من صخور جرانيتية . وتجعدت هذه القشرة بالانكماش الناتج عن البرودة فبرزت منها أجزاء هى القارات . وانخفضت اجزاء اصبحت احواض المحيطات بفضل ماتجمع فيها من المياه التى تقطرت بالبرودة من الابخرة التى كانت تحيط بهذا الكوكب فى حالة نشأته الاولى .

وتعرضت القارات الى عوامـل التعرية فتفتتت صخورها ثم اكتسحت المواد المفتتة الى البحار والمحيطات من جراء بعض العوامل التى تقدم وصفها كالرياح والامطار والأنهار فتكونت الرواسب على قيعان البحار ومن ثم بدأ تكوين الصخور الراسبة.

وقد تكونت ابان هذا الحقب الابتدائى طبقات سميكة من الصخور الراسبة على أن البحوث المستفيضة التى أجريت فيها لم تكشف حتى الآن أى أثر للحفريات بين صفحاتها. يستنبط من ذلك أن الحياة لم تكن قد ظهرت بعد على وجه البسيطة أو أنها كانت موجودة ولـكنها من أنواع دنيئة رخوة وليست لها من المحارات أو الهياكل العظمية ما يبقى أثرا دفينا فى الصخور بعدها. ونحن نميل الى الأخذ بهـذا الرأى الاخير نظرا لأن أنواع الحياة النباتية والحيوانية التى انتشرت ابان الحقب التالى (الپاليوزويك) كانت راقية معقدة التركيب ولابد لهـا من أسلاف أبسط منها عاشت قبلها.

وتظهر الصخور الابتدائية فى جميع القارات كنواة لها وهى الأساس الذى ترتكز عليه طبقات الصخور التى هى أحدث منها.

وأينما ظهرت فهى عبارة عن مجموعة من الصخور المتحولة يرجع تحولها الى ما انتابها من تقلصات أرضية عنيفة والى ما تدخل فيها أبان ذلك الحقب و بعـده من صخور نارية مختلفة.

وأهم أنواع صخور هـذا الحقب الابتـدائى الجنيس النـاتج من تأثر صخور الجرانيت بتقلصات أرضية واسعة النطاق.

كذلك أنواع الشيست كالشيست الميكائى والشيست الطلقى والاردواز والرخام. هـذه الصخور المتحولة تقطعها غالبا سـدود من صخور نارية وعروق معدنية مختلفة. وتعلوها فى كثير من المناطق طبقات من صخور راسبة وصخور بركانية غير متحولة ولـكنها على كل حال خالية من الحفريات.

أما فى القطر المصرى فتظهر صخور الحقب الابتدائى فى مساحات ممتدة بالصحراء

الشرقية من حدود السودان شمالا حتى خط العرض ٤٠ °٢٨ وفى الثلث الجنوبى لشبه جزيرة سينا وفى بعض المناطق الجنوبية من صحراء ليبيا وهى المبينة باللون الأحمر على الخريطة الجيولوجية بآخر هذا الكتاب .

واقدم هذه الصخور الجنيس تتلوه أنواع مختلفة من الشيست الميكائى والطلق والهورنبلندى وجميعها متحولة من صخور نارية قديمة . تتلو ذلك طبقات من الاردواز والرخام وهى صخور متحولة من صخور راسبة قديمة أيضاً . وهناك غير ذلك صخور بركانية متحولة وأنواع من البريش أشهرها البريش الأخضر الذى كان يقتلعه قدماء المصريين من محاجر وادى الحمامات على الطريق بين قنا والقصير ويصنعون منه بعض أوانى وهياكل زخرفية جميلة (Breccia Verde Antico) وتصحب هذه المجموعة من الصخور المتحولة مجموعة أخرى من الصخور النارية المختلفة متدخلة فيها على شكل عروق وسدود وكتل عظيمة . ومن هذه الأخيرة تكونت أعظم الجبال بالصحارى المصرية كسلسلة الجبال الممتدة بمحاذاة شاطىء البحر الأحمر وخليج السويس وتفصل حوض البحر الأحمر من وادى النيل . وكذلك الجبال العظمى فى جنوب شبه جزيرة سينا وقد تبلغ بعض قممها منسوبا أعلى من منسوب البحر بنيف والفى متر .

ومن أهم الصخور النارية فى هذه المناطق الجرانيت الذى تتكون منه أعظم الجبال كما أنه يظهر فى السهول التى تكتنفها ويقطع وادى النيل عند الشلالات المعروفة . ومن اشهر أنواعه جرانيت أسوان الذى استغله قدماء المصرين لبناء معابدهم وهياكلهم لصناعة تماثيلهم ومسلاتهم . وقد استعمل حديثا لأغراض شتى كبناء خزانات الرى الكبرى فى اسوان ونجع حمادى ولرصف الطرق بالاسكندرية وغيرها .

ومن الصخور النارية أيضا الديوريت الذى يغطى جزءا كبيرا من جنوب الصحراء الشرقية وفيه عروق المرو التى تحمل الذهب والتى فتح فيها قدماء المصريين مناجم عديدة كانت هى المصدر الذى استنبطوا منه ذلك المعدن الثمين فصنعوا منه تلك الحلى والآلات المقدسة التى هى زينة أغلب متاحف الآثار الآن .

وهناك غير ذلك سدود وعروق من صخور نارية مختلفة ومن أشهرها الصخر المعروف بحجر السماقى الامبراطورى (Imperial Porphyry) . وهو صخر أرجوانى اللون منتشرة فيه بلورات مستطيلة بيضاء من الفلسبار واذا صقل اتخذ شكلا جميلا . وكان الرومان يقدرونه قدره ففتحوا فيه مقالع جبل الدخان الشهيرة التى اقتلعوا منها كتلا عظيمة صنعوا منها أعمدة وتماثيل وأوانى زخرفية لاتزال حتى الآن بين آثار روما واليونان .

ومن الصخور القاعدية وفوق القاعدية صخور جزيرة الزبرجد التى فى البحر الأحمر جنوب القصير ومنها يستخرج حجر الزبرجد المستعمل فى صناعة الجواهر .

فما تقدم نرى أن صخور الحقب الابتدائى فى مصر كانت ولاتزال موردا لكثير من المعادن كالذهب بالصحراء الشرقية والزمرد بجبال سكيت وزبارا بالصحراء الشرقية والزبرجد بجزيرته فى البحر الأحمر ولأحجار الزخرف كالجرانيت والبورفير والرخام وغيرها .

حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) (Palaeozoic Era)

يمثل هذا الحقب جزءاً كبيراً من مجموع الزمن الجيولوجى يقدر كما قدمنا بنحو ٣٠ ٪ من مجموعه . وتدلنا الحفريات الكثيرة التى وجدت دفينة بين صفحات صخوره أن سطح الأرض وجوف البحار كانت وقتئذ مرتعاً لأنواع من الحياة تختلف كل الاختلاف عن الكائنات الحية التى تعمر وجه الأرض الآن . فكانت من بينها أجناس وفصائل ورتب قد بادت وانقرضت فليس شىء يشابهها الآن على وجه الأرض كما أن على سطحها الآن من الفصائل الشائعة ما لم تكن قد ظهرت بعد . (انظر اللوحة الرابعة والعشرين) . *

ومن أهم فصائل الحيوانات التى يختص بها هذا الحقب القديم الجرابتوليت (Graptolites) والتريلوبيت (Trilobites) التى عاشت واندثرت قبل انقضاء ذلك الحقب فلا أثر لها بين صخور الحقب الذى يليه . (انظر رقمى ١ و ٤ باللوحة الرابعة والعشرين) .

والجرابتوليت من فصيلة الحيوانات البحرية المعروفة بالپوريفرا (Porifera) . وهى عبارة عن سلسلة متصلة من الخلايا يربط بعضها ببعض عمود دقيق . وقد تكون فردية مستقيمة أو مقوسة أو حلزونية وقد تكون متفرعة الى فرعين أو أكثر (شكل ١ باللوحة ٢٤) .

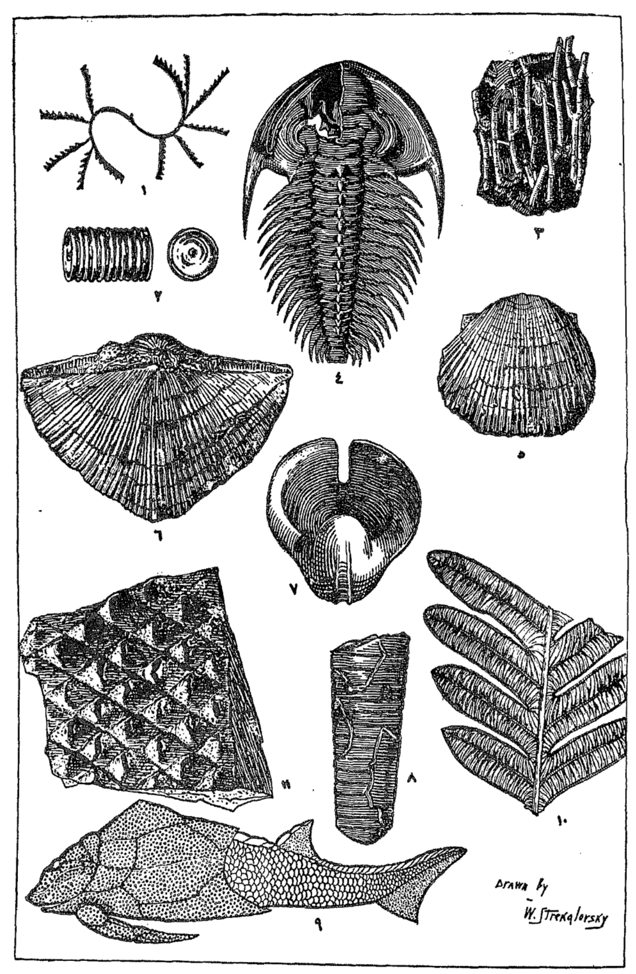
والتريلوبيت من فصيلة الحيوانات القشرية (Crustacea) تنقسم طوليا ثلاثة أقسام هى الرأس والجسم والذنب وعرضياً ثلاثة أقسام أيضاً (شكل ٤ باللوحة ٢٤) .

ومن أنواع الحيوانات أيضا الشعاب المرجانية (شكل ٣ باللوحة ٢٤) والحيوانات المحارية (الشكلين رقمى ٥ و ٦ باللوحة ٢٤) وكلها من أنواع وأجناس بادت قبل

---

* الحفريات المبينة باللوحة ٢٤ حسب الارقام المبينة أمام كل منها هى : —
(١) جرابتوليت (Graptolites). (٢) كرينويد (Crinoid). (٣) شعب مرجانى (Syringopora) . (٤) تريلوبيت (Trilobites) . (٥) پرودكتوس (Productus) (٦) سپيريفر (Spirifer) . (٧) بليروفون (Belerephon) . (٨) ارثوسوراس (Orthoceras) . (٩) سمك پتريكثس (Pterichthys) . (١٠) نبات سرخسى (Fern) (١١) ليپيدودندرون (Lepidodendron) .

(اللوحة ٣٤)



مجموعة أهم الحفريات فى صخور حقب الحياة القديمة

(راجع هامش الصفحة المقابلة)

انقضاء ذلك الحقب فلم يظهر أثر لهـا بين صخور الأحقاب التالية وليس لها وجود فى البحار الحالية .

وقد كانت الأسماك أولى الحيوانات الفقرية التى ظهرت فى البحار أبان ذلك الحقب . على انهـا كانت تختلف اختلافا بيّنا عن أسماك البحار الحالية اذ لم تـكن هيا كلها العظمية قد صارت عظاما تامة وكان يستعيض عنها الحيوان بدرقة خارجية تغطى رأسه وجزءا من جسمه (انظر الشكل رقم ٩ باللوحة ٢٤) .

ومن الأسماك نشأت أنواع الأمفيبيا (Amphibia) وهى فصيلة الضفادع .على أن ظهورها كان قرب انتهاء ذلك الحقب ومنها نشأت الزواحف التى كان لها شأن عظيم فى حقب الحياة الوسطى .

ولم يكن للحيوانات الثديية أو الطيور أى أثر بين طبقات عصور ذلك الحقب.

أما النباتات فلم تظهر منهـا فى أول الأمر إلا أنواع بحرية دنيئة ثم بدأت بعد ذلك بزمن طويل النباتات الأرضية وهـذه انتشرت بكثرة عظيمـة فى العصـور المتوسطة من هذا الحقب.وكان من جراء تراكمها أن تكونت طبقات الفحم الحجرى التى سيأتى ذكرها بعـد . على أنها كانت دائمـا من فصيلة النباتات الخفية التوالد (Cryptogams) (أنظر الشكلين رقمى ١٠و١١ باللوحة الرابعة والعشرين) .

وأغلب الصخور الراسبة التى تكونت فى بحار ذلك الحقب رملية وطينية تتخللها أحيانا طبقات جيرية وقد بلغت هذه فى بعض العصور سُمكا عظيما . وتمتاز هذه الصخور القديمة بصلابتها واندماج جزئياتها و بلونها القاتم المائل للسواد وكلها صفات قد اكتسبتها : —

(١) من الضغط الذى وقع عليها منذ تكوينها من أجزاء ما رسب فوقها من طبقات.

(٢) ومن جراء ما انتابها من تقلصات أرضية عنيفة .

فكان من أثر ذلك أن كثرت بينها أنواع الاردواز والكوارتزيت والرخام .

وتكثر بين صخور ذلك الحقب أيضا أنواع من الصخور البركانيــة كالحمم والرماد مما يدل على نشاط البراكين إبان عصورها الأولى .

وقد قسمت طبقات الصخور التى تكونت فى ذلك الحقب إلى ستة تكاوين (Systems) متتالية يرجع كل تكوين منها الى عصر معين يمتاز بأنواع خاصــة من الحيوانات والنباتات .

وهذه التكاوين الستة هى على حسب ترتيبها من الأقدم إلى الأحدث : — الكمبرى — الأردوڤيسى — السيلورى — الديڤونى — الكربونى — البرمى .

(١) التكوين الكمبرى (Cambrian System) . صخوره غالباً من الاردواز تتخلله طبقات رملية من الكوارتزيت وتكثر بينها طفوح الحمم والرماد البركانى .

وتمتاز صخوره بكثرة ما بها من التريلوبيت وبعض الحيوانات المحارية البسيطة .

وقد كشفت هذه الصخور فى مناطق عديدة بأوروبا وأمريكا ولكنها غير موجودة بالقطر المصرى. مما يدل على أن هذا الجزء من سطح الأرض كان قارة معرضة للتعرية وليس مكاناً للرسوب.

(٢) التكوين الأردوفيسى (Ordovician) . يشبه كثيرا التكوين الكمبرى ويمتاز بأنواع الجرابتوليت والتريلوبيت التى تكثر بين طبقاته . وفيها أيضاً الشعاب المرجانية والقنافذ البحرية وبعض الحيوانات المحارية .

وقد وجدت صخور ذلك العصر فى أغلب المناطق التى وجدت بها طبقات التكوين الكمبرى وليس لها أى أثر بين الصخور المصرية .

(٣) التكوين السيلورى (Silurian) . أهم صخوره الاردواز والكوارتزيت وكذلك طبقات سميكة من الصخور الجيرية الغنية بحفرياتها المختلفة . ومن بين هــذه الحفريات أجناس من الشعاب المرجانية والقنافذ البحرية والبراكيوبود (Brachiopods) والحلزونيات والحيوانات الرخوة الأخرى (Molluscs) . وكذلك التريلوبيت والجرابتوليت ولو أنها أقل أهمية مما كانت عليه فى العصور السابقة. وقد ظهرت لأول مرة أبان ذلك العصر النباتات الأرضية والحشرات والاسماك.

وتوجد صخور التكوين السيلورى فى كثير من البلاد وهى معروفة فى الصحراء الأفريقية الكبرى ولكنها ليست ممثلة بين مجموعة الصخور المكونة الاراضى المصرية .

(٤) التكوين الديفونى (Devonian System) . هــو اما من صخــور رملية حمــراء (Old Red Sandstone) تكثر بين طبقاتهــا حفريات الاسماك وإما من صخور جيرية غنية بانواع من الحفريات أهمها الشعب المعروف بالكالسيولا (Calceola) والكرينويد (Crinoids) وكذلك الحيوانات الرخوة المحارية والبراكيوبود .

ونظرا الى كثرة الأسماك التى وجدت هياكلها دفينة بين صخور ذلك التكوين والى تعدد أنواعهــا يستنبط أنه كان للأسماك تفوق على جميع أنواع الحيوانات الأخرى مما دعــا الى تسميته

بعصر الأسماك . وكانت هذه الاسماك كما قدمنا تختلف عن الأسماك الحديثة بعدم صيرورة هيكلها عظميا تاما. وقد عوضتها الطبيعة عن ذلك بدرقة تغطى الرأس وجزءا من الجسم فتحميها من الخارج (انظر الشكل رقم ٩ باللوحة الرابعة والعشرين) .

وفى الصخور الرملية وجدت أيضا بقايا نباتات أرضية كانت شبيهة بنباتات العصر التالى له (الكربونى) وهى التى كان لها الفضل فى تكوين طبقات الفحم الحجرى كما سيأتى بيانه .

وتوجد الصخور الديفونية فى بلاد كثيرة وقد وجدت فى أماكن مختلفة فى أواسط صحراء افريقية على أنها لا أثر لها بين طبقات الصخور بالصحارى المصرية .

(٥) التكوين الكربونى (Carboniferous System)

وقد سمى الكربونى أو الفحمى اشارة الى طبقات الفحم الحجرى التى توجد بين طبقاته فى كثير من البلاد . على أنه لا يفهم من ذلك أن الفحم الحجرى صفة لازمة لذلك التكوين اذ لا يوجد الفحم الحجرى الا فى المناطق التى توافرت فيها الشروط الملائمة لتكوينه ابان ذلك العصر .

وصخور هذا العصر نوعان :ـ

(أولا) بحرية أى تكونت على قيعان البحار . وهذه غالباً جيرية مكونة من الفورامينيفرا أو الشعاب المرجانية أو الكرينويد وبها كثير من حفريات البراكيوبود والحيوانات الرخوة والحلزونيات . وهى عادة صخور مندمجة متماسكة سوداء أو سمراء أو بيضاء ويبلغ سمكها فى بعض البلاد مئات من الأمتار كما فى انكلترا وبلجيكا والولايات المتحدة .

(ثانياً) قارّية الأصل . أى تكونت فى مستنقعات أو بحيرات حيث تكدست بقايا نباتية تغطيها رواسب رملية وطينية . وأهم صخور هذا النوع هى الصخور الرملية والطينية تتخللها طبقات من الفحم الحجرى تختلف سمكا من بضعة سنتيمترات الى عشرات من الأمتار .

كيفية تكوين الفحم الحجرى

يدل التركيب الكيميائى للفحم الحجرى على أنه نتيجة تراكم مواد نباتية ثم تحولها مع طول الزمن ومن تأثير ارتفاع الضغط والحرارة فيها الى الفحم الحجرى . ومع أن الفحم الحجرى مادة مندمجة لا ينم شكلها الخارجى أو نظام جزيئاتها الداخلى عن أصلها النباتى الا أن اختباره بالمجهر قد يظهر أحيانا بقايا التركيب النباتى من خلايا وألياف .

وقد ذكرنا عند التكلم على الصخور فى الباب الثانى من هذا الكتاب أنواعا من الرواسب النباتية كالبيت (Peat) واللينيت (Lignite) تعتبر حلقات فى سلسلة العمليات التى لا بد أن تكون قد مرت بها أكداس النبات فى تحولها الى الفحم الحجرى .

ومما تقدم لا نرى شكا فى أن الفحم الحجرى يرجع تكوينه الأصلى الى تكدس موادنباتية . وقد قدمت نظريات عديدة لتفسير الحالات التى تكدست فيها النباتات فى غضون العصر الكربونى ويمكن تلخيصها فى حالتين : —

(الأولى) نمو النباتات فى مستنقعات بحرية شاطئية تشبه المستنقعات المنتشرة الآن قرب فوهات بعض الأنهار ثم انغمارها فى مكان نموهـا تحت رواسب من الرمال والغرين تكتسحها السيول والأنهار الى تلك المستنقعات .

(الثانية) اكتساح المـواد النباتية نفسها من أماكن بعيدة ورسوبهـا فى بحيرات شاطئية غير عميقة حيث ترسب فوقها الرواسب الطينية والرملية .

وفى كلتا الحالتين فان ما تتعرض له هذه الرواسب النباتية من ارتفاع الضغط وازدياد الحرارة من جراء تراكم الرواسب الأخرى فوقها يحوّلها تدريجاً الى مواد متفحمة بفقدان العناصر غير الكربونية كالغازات والمـاء مع تركيز الكربون .

فاذا كان الوقت الذى مضى منذ أن تكدست النباتات فى أول الأمر طويلا فان عملية التحول من النبات الى الفحم تكون تامة وهـذا هو الحال فى التكوين الكربونى حيث توجد أحسن أنواع الفحم الحجرى .

أما فى العصور التى هى أحدث من الكربونى فقد حدث فى كثير من المناطق أن تراكمت مواد نباتية تكونت منها طبقات من اللينيت أو أنواع من الفحم الحجرى رديئة لقلة نسبة الكربون بها مع ازدياد نسبة العناصر الأخرى. وذلك لأن الزمن الذى مضى عليها منذ تكوينها لم يكن كافيا لتمام عملية التحوّل .

ويبدو من انتشار الفحم الحجرى فى كثير من البلاد أن الأحوال الجوية كانت على العموم أكثر ملاءمة لنمو النبـاتات فى غضون العصر الكربونى عمـا كانت عليه فى العصور السابقة أو اللاحقة له .

ويستدل من حفريات النباتات التى وجدت بين طبقات الفحم الحجرى أنها كانت من الأنواع الخفية التوالد ومن أشهرها السرخسيات (Ferns) والاپيدودندرون

(Lepidodendron) والسجلاريا (Sigillaria) وكلها من الأنواع التي يكثر نموها في المستنقعات والسهول (انظر الشكلين رقمي ١٠ و ١١ باللوحة الرابعة والعشرين).

وتظهر صخور العصر الكربوني بالقطر المصري في بقعتين مبينتين باللون الرمادي على الخريطة الجيولوجية في آخر هذا الكتاب : —

(أولا) بأواسط شبه جزيرة سينا فوق قمم جبال من الجرانيت جنوبي سفح هضبة التيه . وهي عبارة عن طبقات من الحجر الرملي خالية من الحفريات ماعدا بعض آثار نباتية من نوع ليبدودندرون (Lepidodendron) وتتخلل هذه الطبقات طبقات أخرى من الحجر الجيري غنية بحفريات من الشعاب المرجانية والبراكيوبود وغيرها .

وتوجد أحيانا في هذه الطبقات الجيرية جيوب وطبقات من أكاسيد المنجنيز المختلطة بأكاسيد الحديد وهي تستغل في مناجم كبيرة قرب جبل أم بجما وتصدر للخارج لاستعمالها في صناعة بعض الأنواع من الفولاذ .

(ثانياً) بوادي العربة بالصحراء الشرقية قرب خليج السويس . وتشبه الطبقات في هذه البقعة الاخيرة مثيلتها في شبه جزيرة سينا الا أنها خالية من معدن المنجنيز فليست لها الاهمية الاقتصادية التي للأولى .

ومن وصف هذه الطبقات الكربونية يمكن استنباط أمرين : —

(أولا) أن الاحوال بالقطر المصري لم تكن ملائمة في غضون العصر الكربوني لنمو النباتات بكثرة تسمح بتكوين الرواسب النباتية التي اليها يرجع فضل تكوين الفحم الحجري .

(ثانياً) أن التكوين الكربوني هو على العموم قاري صحراوي بدليل تكوين طبقات من الحجر الرملي تتخلله فترة غطى البحر أثناءها بعض المناطق في سينا وقرب خليج السويس فرسبت فيه الطبقات الجيرية السابقة الذكر .

(٦) التكوين البرمي (Permian System)

أغلب صخور هذا التكوين من الصخور الرملية تتخللها طبقات من الكونجلومرات والطفل والدولوميت والملح والجبس تدل صفاتها على أنها تكونت في بحيرات مقفلة . على أنه في بعض البلاد توجد طبقات برمية تكونت في بحار عميقة وهذه تحتوي على أهم أنواع الحفريات المميزة لذلك التكوين .

وأهم صفات العصر البرمي من وجهة أنواع الحياة فيه تضاؤل الأنواع القديمة وابتداء أنواع أخرى تحل محلها وهي التي تكاثرت فيما بعد في العصور التالية . فقد تكاثرت فيه الامفيبيا وبدأ ظهور الزواحف . كذلك كان الحال في النباتات فقد ظهرت بينها أنواع كان لها شأن كبير في العصور التالية .

وليس بين الصخور المصرية من الطبقات ما يمكن ارجاعه الى ذلك التكوين .

حقب الحياة الوسطى (الميزوزويك) (Mesozoic Era)

كان هذا الحقب فترة سكون وهدوء لم تتعرض القشرة الأرضية فيه لمثل

ما تعرضت له من حركات أرضية عنيفة إبان الحقب السابق . ولم تكن الأرض فى غضون هذا الحقب المتوسط مسرحا لتفاعلات بركانية شديدة .

ومع أن البحار قد عدت على بعض أجزاء من الأرض فغمرتها وألقت فوقها برواسبها المختلفة الا أن ذلك لم يكن نتيجة حركات عنيفة من نوع التى أدت فى الأحقاب الأخرى الى رفع سلاسل الجبال العظمى .

كذلك كانت هنالك براكين فى بقاع مختلفة ولكنها لم تبلغ الشأو والانتشار اللذين بلغتها فى العصور السابقة . وليس للصخور البركانية شأن كبير بين صخور تكاوين الحقب المتوسط .

وقد كانت أنواع الحياة من نبات وحيوان تختلف فى مجموعها عنها فى عصور الحقب القديم* فبادت من بينها فصائل كانت قد أينعت وازدهرت فى العصور الأولى كالتريلوبيت والجرابتوليت وانتشرت بدلا عنها اجناس اختص بها هذا الحقب كالأمونيت (.Ammonites) والبلمنيت (.Belemnites) التى بدأت مع ابتداء ذلك الحقب واندثرت قبل انتهائه فأصبحت من أخص مميزاته .

والأمونيت (شكل ١ باللوحة ٢٥) جنس من الحيوانات المحارية الرخوة محارته مستديرة الشكل مفلطحة فى التواءات حلزونية بداخلها تجويف حلزونى مقسم الى غرف أكبرها الغرفة الخارجية التى كان يسكنها الحيوان . وتفصل هذه الغرف بعضها عن بعض قطاعات مجعدة . وقد كان من هذا الجنس نحو أربعة آلاف نوع يختلف بعضها عن بعض فى حجمها وشكلها وزخرفها الخارجى .

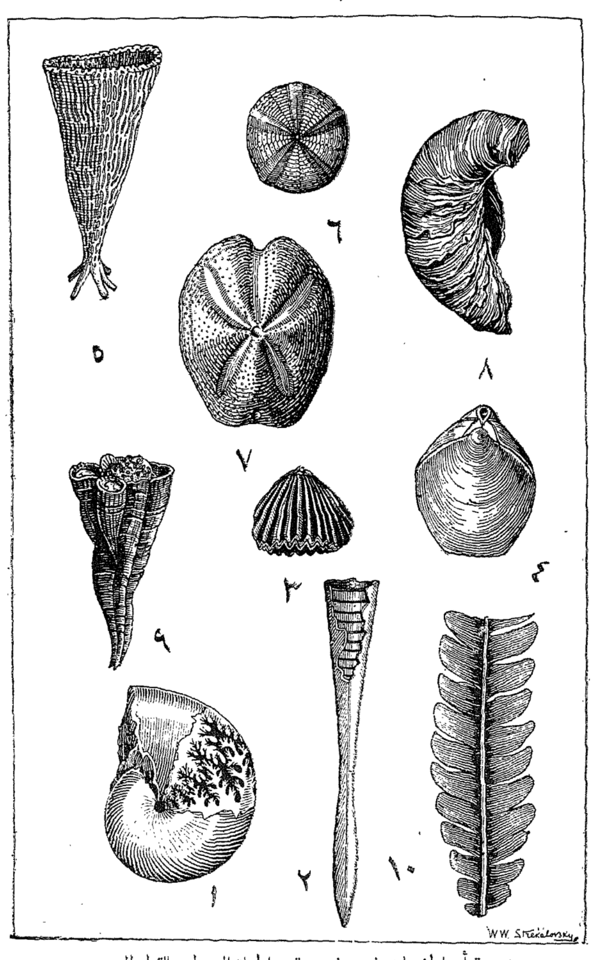
أما البلمنيت (شكل ٢ باللوحة ٢٥) فهو حيوان ذو محارة سوداء مستطيلة أعلاها مجوف حيث كان يسكن هذا الحيوان وأسفلها ينتهى بنقطة حادة .

ومن أنواع الحيوانات التى تكاثرت فى العصور الجيولوجية الوسطى الشعاب المرجانية التى كانت تشبه الشعاب التى تنمو الآن فى بحار المناطق الاستوائية .

---

* أسماء الحفريات المبينة باللوحة ٢٥ حسب الارقام المبينة أمام كل منها هى:—
(١) أمونيت (Ammonites) . (٢) بلمنيت (Belemnites) . (٣) رينكونيلا (Rhynchonella) . (٤) تريبراتولا (Terebratula) . (٥) اسفنج فنتريكوليتس (Ventriculites) . (٦) هولكتيبوس (Holectypus) . (٧) هيمياستر (Hemiaster) . (٨) أوستريا (Ostrea) (٩) رودستا (Rudistae) . (١٠) نبات سرخسى (Fern) .

(اللوحة ٢٥)



مجموعة أهم الحفريات فى صخور حقب الحياة الوسطى بالقطر المصرى

(راجع هامش الصفحة المقابلة)

وكثرت كذلك القنافذ البحرية (Sea-urchins) فكان منها أنواع خماسية منتظمة مثل نوع هولكتيپوس (Holectypus) (شكل ٦ باللوحة ٢٥) وأنواع غير منتظمة مثل نوع هيمياستر (Hemiaster) (شكل ٧ باللوحة ٢٥). وكثرت أيضا الحيوانات المحارية الرخوة كالأوستريا (Ostrea) (شكل ٨ باللوحة ٢٥) وغيرها.

وكانت أنواع البراكيوپود (Brachiopod) أشبه بمثيلاتها التى عاشت فى العصور القديمة ولكنها أرقى وأكثر تعقيدا فى تركيبها الداخلى ومنها الرينكونلا (Rhynchonella.) (شكل ٣ باللوحة ٢٥) والتريبراتولا (Terebratula) وهى تشبه الأنواع التى فى البحار الحالية (شكل ٤ باللوحة ٢٥) .

وكثرت الحشرات فكانت منها أنواع أشبه بالحشرات الحالية.

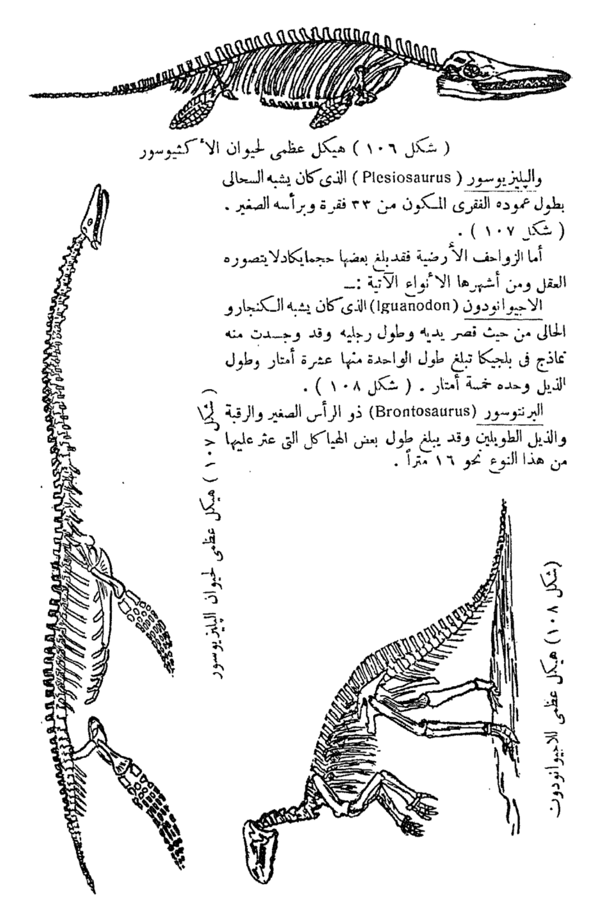
ومن الحيوانات الفقرية الأسماك التى ارتقت عن الأنواع التى عاشت فى العصور القديمة فاستبدلت درقتها العظمية الخارجية بقشور قابلة للانثناء وهذه لاشك جعلت للأسماك حرية أكبر فى حركتها فكانت أكثر شبها بالأسماك التى نعرفها الآن .

ومن ضفادع العصور القديمة نشأت الزواحف (Reptiles) التى انتشرت وتكاثرت فى هذا الحقب فبلغت أكبر شأوها إبان عصوره الوسطى . وقد بلغ بعضها حجما عظيما كما تدل على ذلك هياكلها العظمية المتحجرة التى وجدت دفينة فى صخور ذلك الحقب بأوربا وأمريكا وآسيا . وهى فخر متاحف التاريخ الطبيعى بتلك البلاد .

وقد تنوعت الزواحف فى العصور الجيولوجية الوسطى فكان منها ما عاش فى البحار ومنها ماعاش على الأرض ومنها ما كان يطير فى الهواء .

ومن أشهر أنواعها المائية :—

الاكثيوسور (Ichthyosaurus) الذى كان يجمع بين صفات الأسماك والزواحف . (شكل ١٠٦) .



(شكل ١٠٦) هيكل عظمى لحيوان الأكثيوسور

والبليزيوسور (Plesiosaurus) الذى كان يشبه السحالى بطول عموده الفقرى المكون من ٣٣ فقرة وبرأسه الصغير . (شكل ١٠٧) .

أما الزواحف الأرضية فقد بلغ بعضها حجما يكاد لا يتصوره العقل ومن أشهرها الأنواع الآتية :—

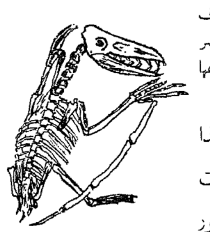
الاجيوانودون (Iguanodon) الذى كان يشبه الكنجارو الحالى من حيث قصر يديه وطول رجليه وقد وجدت منه نماذج فى بلجيكا تبلغ طول الواحدة منها عشرة أمتار وطول الذيل وحده خمسة أمتار . (شكل ١٠٨) .

البرنتوسور (Brontosaurus) ذو الرأس الصغير والرقبة والذيل الطويلين وقد يبلغ طول بعض الهياكل التى عثر عليها من هذا النوع نحو ١٦ متراً .

(شكل ١٠٧) هيكل عظمى لحيوان البليزيوسور

(شكل ١٠٨) هيكل عظمى للاجيوانودون

الديبلودوكوس (Diplodocus) فقد وجد بامريكا وطوله ثلاثون مترا وارتفاعه ستة أمتار ولم يكن رأسه أكبر من رأس حصان عادى .



(شكل ١٠٩) هيكل عظمى لحيوان الترودا كتيل

وكانت الزواحف الطائرة أشبه فى تركيبها بالخفاش المعروف الان اذ كانت تطير بواسطة غشاء رقيق يمتد من خنصر اليد الى الجسم فيقوم بوظيفة الجناح . وأشهر أنواعها الترود اكتيل (Pterodactyl) . (شكل ١٠٩) .

ومن هذه الأنواع نشأت فى أواخر هذا الحقب أنواع من الطير ذات أسنان ومنها ارتقت أنواع الطيور الحالية التى لم تنتشر الا فى العصور الجيولوجية الحديثة .

ولم تظهر الحيوانات الثديية (Mammals) قبل أواخر هذا الحقب على أنها كانت قليلة الأهمية من نوع الكنجار و (Marsupials)التى تحمل صغارها فى كيس ملصق ببطنها . على أن هذه الفصيلة لم تبلغ شأوها الأعظم الا فى عصور الحقب الحديث كما سيأتى .

وكانت نباتات ذلك الحقب من أنواع أرقى من نباتات الحقب السابق فتضاءلت الأنواع غير المزهرة التى كانت تزدحم بها غابات العصر الكربونى وأخذت مكانها أنواع من المخروطيات (Cycads & Conifers) لا تزال مثيلاتها تمو الآن فى المناطق الاستوائية. ثم فى أواخر ذلك العهد بدأ ظهور النباتات الزهرية(Angiosperms) فكان منها أنواع النخيل والماجنوليا وغيرها مما فاقت جميع أنواع النباتات فى العصور الجيولوجية الحديثة .

فمما تقدم نرى أن أنواع الحياة النباتية والحيوانية التى عاشت إبان العصور الوسطى وتركت حفرياتها فى ثنايا صخور تكاوينها هى وسط بين القديم والحديث فترجع أنواعها الى أسلاف عاشت فى العصور القديمة كما أنها بدورها نشأت منها الأنواع التى ترعرعت فى العصور الحديثة والتى منها تدرجت الأنواع التى تعيش على الأرض وفى البحار الآن . وفى هذا برهان واضح على أن الحياة فى هذا

الـكوكب سلسلة متصلة حلقاتها ابتدأت منذ أن خلقها الله على وجه الأرض وبقيت فى رقى متدرج حتى وصلت الى ما نعرفه الآن .

أما الصخور التى تـكونت فى العصور الجيولوجية الوسطى فهى غالباً من الصخور الراسبة وتـكثر بينها الصخور الجيرية الغنية بحفرياتها وهى عادة فى طبقات قليلة السمك وتتغير فى امتدادها الأفقى من جيرية الى رملية فطينية وهلم جرا . وهى صفة تلازم الرواسب البحرية التى تـكونت على مقربة من الشواطىء .

ولم تتأثر طبقات صخور ذلك الحقب بما تأثرت به صخور العصور القديمة من حركات وتقلصات أرضية فتراهـا على امتدادهـا اما محتفظة بأفقيتها أو فى تجاعيد خفيفة لاتعتورها الفوالق . وليس به أثر يذكر للتفاعلات البركانية .

و ينقسم الحقب المتوسط الى ثلاثة عصور لـكل منها تـكوينـه الخاص وهى على حسب ترتيب اقدميتها : —

الترياسى ـ الچوراسى ـ الـكريتاسى (الطباشيرى) .

(١) التـكوين الترياسى (Triassic System)

يوجد هذا التـكوين على حالتين مختلفتين : —

(الأولى) عبارة عن طبقات رمليـة تتخللها طبقات طينيـة ومنها الجبس والأمـلاح تدل صفاتها على أنها تكونت فى بحيرات صحراوية مالحة .

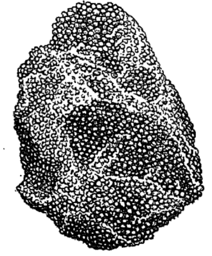
(الثانية) من الأحجار الجيرية الغنية بحفرياتها . وهى الأكثر شيوعا فى الارض ومنها تتكون بعض أجزاء جبال الألب والـكربات باوروبا .

ويستدل من شيوع التـكوين فى حالته الأولى بكثير من بلاد شمال أوروباعلى أن ذلك الجزء من القارة الأوروبية كان صحراء قفرة فى غضون ذلك العصر .

أما فى القطـر المصرى فلم تكشف حتى الآن صخور بهـا حفريات من الأنواع التي عاشت فى العصر الترياسى

(٢) التكوين الجوارسى (Jurassic System)

من أهم طبقاته الاحجار الجيرية المحببه (Oolitic-limestone) المـكونة من حبيبات مستديرة تمسك بعضها بعضاً وهى شبيهة ببويضات الأسماك ومن ثم نشأت تسميتها (انظر الشكل رقم ١١٠).



(شكل ١١٠) قطعة من الحجر الجيرى المحبب

وأهم أنواع الحفريات بها الأمونيت والبلمنيت والزواحف التى بلغت شأنا عظيما إبان ذلك العصر وتركت بين ثنايا طبقاته عدداً كبيراً من حفرياتها .

أما فى القطر المصرى فقدكان وجود طبقات هذا التكوين مجهولا حتى وقت قريب فكشف أولا فى جبل المغارة فى شمال شبه جزيرة سينا ثم فى بقعة صغيرة عند السفح الشمالى لجبال الجلالة البحرية قرب شاطىء خليج السويس .

وهى فى كلتا الحالتين عبارة عن طبقات من الحجر الرملى تتخللها طبقات من الحجر الجيرى والطفلى وتحتوى حفريات كثيرة من الأمونيت والتريبراتولا والرينكونلا وكلها لانواع معروفة فى التكوين الجوارسى بأوروبا وتدل اذن على أن البحار التى تكونت فيها هذه الطبقات كانت على اتصال مباشر مع البحار التى رسبت على قاعها رواسب الجوارسى بأوروبا .

(٣) التكوين الكريتاسى (الطباشيرى) (Cretaceous System)

سمى بهذا الاسم لأن أهم الطبقات التابعة له فى كثير من أنحاء الدنيا وخصوصاً غرب أوروبا هى من الطباشير وهو باللاتينية (Creta) .

ويتكون الطباشير فى بحار عميقة هادئة ذات مياه رائقة لاتدخل اليها أنهار تعكرها بما تحمله من رمال ومواد معدنية أخرى . مثل هذه البحار تلائم تكاثر بعض أنواع الحيوانات المحارية المجهرية مثل الفورامينيفرا (Foraminifera) ومن تراكم محاراتها تتكون الرواسب الطباشيرية (راجع الشكل رقم ٤٢) .

ومن أخص مميزات هذا التكوين كثرة الفورامينيفرا وبعض أنواع الاسفنج مثل الفنتريكوليتس (Ventriculites) (شكل ٥ باللوحه ٢٥) والقنافذ البحرية (Sea-urchins) مثل الميكراستر (Micraster). ومن الحيوانات المحارية الرخوة (Molluscs) الأستريا (Ostrea) والاكسوجيرا (Exogyra) والرودستا (Rudistae) وهذا النوع الأخير لايوجد الا فى صخور هذا التكوين (شكل ٩ باللوحه ٢٥) . وفيه توجد آخر أنواع الأمونيت ويغلب من بينها أنواع مفككة الحلقات مثل الاسكافيتس (Scaphites) . ومن الزواحف نوع الاجيوانودون (Iguanodon) الذى سبقت الاشارة اليه. والتكوين الكريتاسى فى أغلب أجزاء القارة الأوروبية عبارة عن طبقات من الأحجار الرملية والطينية تعلوها طبقات سميكة من الطباشير .

أما فى القطر المصرى فالصخور التابعة للعصر الكريتاسى تظهر على السطح فى مساحات واسعة بالصحارى على جانبى وادى النيل وفى الجزء الشمالى من شبة جزيرة سينا وهى على نوعين :—

(١) الطبقات السفلى وهى المعروفة بالحجر الرملى النوبى (Nubian Sandstone) وهو عبارة عن طبقات من الحجر الرملى تعلو عادة الصخور النارية والمتحولة القديمة فى شمال السودان والجزء الجنوبى من القطر المصرى وصحراء ليبيا وحول هذه الصخور القديمة فى الصحراء الشرقية كما أنه يظهر فوقها فى شبه جزيرة سينا . وتوزيع هذا التكوين مبين على الخريطة الجيولوجية بلون اخضر غامق .

وتدل صفاته على أنه تكوين قارى ناتج عن تفتت الصخور النارية القديمة . وهو خال من الحفريات الا من بعض أوراق الأشجار التى منها يستدل على تبعيته للتكوين الكريتاسى .

وتوجد بين طبقاته رواسب أكاسيد حديدية تصلح لصناعة الأصباغ وتستغل في مناجم قرب أسوان .

(٢) الطبقات العليا وهى طبقات من الطفل والصخور الجيرية والطباشير غنيـة بحفرياتها من القنافذ والمحارات البحرية وتعلو الحجر الرملى النوبى ممتدة من الواحات الداخلة والخارجة بصحراء ليبيا الى وادى النيل قرب ادفو واسنا ثم فى الصحراء الشرقية الى البحر الأحمر . أما فى شبه جزيرة سينا فتمتد فى مساحات واسعة بهضبة التيه . وتظهر هذه الطبقات فى قبو عند جبل أبو رواش شمال أهرام الجيزة . وقد تبين توزيع هذا التكوين بالخريطة الجيولوجية باللون الاخضر الباهت .

ومن المواد المعدنية الصالحة للاستغلال ضمن هذه الطبقات الفوسفات الذى يوجد فى طبقات غنية بفوسفات الكالسيوم ويستغل قرب القصير وسفاجه على البحر الأحمر وقرب أسنا فى وادى النيل . ويستعمل فى صناعة بعض أنواع السماد للزراعة . ويرجع تكوين هذه الطبقات الفوسفاتية الى تراكم عظام حيوانات بحرية من الأسماك والزواحف يستدل عليها من بقايا عظامها وأسنانها المدفونة بهذه الطبقات .

كذلك تحتوى بعض الطبقات الطينية العليا املاح نيترات الصوديوم مما يجعلها صالحة لتسميد بعض أنواع المزروعات . ولهذا يستعملها مزارعو مديريات أسوان وقنا وجرجا لتسميد القصب والغلال .

حقب الحياة الحديثة (الكاينوزويك) (Cainozoic Era)

وترجع تسميته الى الشبه الكبير بين ما كانت تعيش فيه من نباتات وحيوانات وما يعيش منها الآن مع العلم أن (cainos) كلمة يونانية معناها حديث أو جديد وكلمة (zoon) كلمة أخرى معناها حياة .

وقد بدأ ظهور الفصائل والأسر والأجناس الحالية من حيوانات ونباتات مع ابتداء هـذا الحقب وصارت تتزايد نسبتها كلما تقدمنا فيه . فكانت مجموعة الحياة تزداد شبها بالمجموعة الحالية . وكان فى ذلك تدرج من الحياة الوسطى الى الحياة الحالية .

وكانت أجناس الأمونيت والبلمنيت التى اختصت بهـا العصور الجيولوجية الوسطى قد اندثرت شيئا فشيئا قبل بزوغ الحقب الحديث . كذلك بادت الزواحف الكبرى التى تفوقت فى تلك العصور على باقى الحيوانات ولم تترك وراءها من تلك الفصيلة سوى أجناس قليلة الأهمية صغيرة الحجم هى التى بقيت على وجه الأرض الآن كالسحالى والتماسيح والأفاعى .

ومن أخص مميزات أنواع الحياة فى ذلك العهد النوموليت (Nummulites) والسريثيوم (Cerithium) وهى لم تكن قد ظهرت قبل ذلك . ومن الحيوانات الفقرية امتازت الثديية (Mammals) فتفوقت على باقى أنواع الحيوانات جميعا . وبلغت المملكة النباتية مالم تكن قد بلغته قبل ذلك من تنوع اجناسها وانتشارها وتوزيعها .

ويقدرون عدد أنواع الحيوانات التى عاشت فى عصور الحقب الحديث بنحو ٢٠ ألف نوع أهمها تابع للأجناس الآتية :—

النوموليت (Nummulites) — وهى حيوانات من فصيلة الفورامينيفرا (Foraminifera) تسكن الى هيكل جيرى مستدير يختلف حجما وشكلا من حبة العدس الى القطعة ذات العشرين قرشا . وقد كانت استدارتها ورقتها التى جعلتها شبيهة بقطع النقد سببا فى تسميتها . فاذا قطعت نصفين رؤيت منقسمة فى الداخل الى خلايا صغيرة مرتبة فى صفوف حلزونية يفصل بعضها عن بعض حواجز رقيقة (أنظر الشكل رقم ١ باللوحة ٢٦). وقد اقتصرت حياة النوموليت على العصر الأول من عصور هذا الحقب وتكاثرت فيه وكان من جراء تراكم محاراتها أن تكونت الأحجار الجيرية النوموليتية ومنها أحجار جبل المقطم وهضبة أهرام الجيزة.

ومن القنافذ البحرية جنس الأكينولامپاس (Echinolampas) . ومن الحيوانات الرخوة (Molluscs) السريثيوم (Cerithium) وهى من القواقع ذات المحارات الحلزونية المزخرفة من الخارج بأزرار وخطوط وقد بلغ بعض أنواعها حجما كبيرا .

ومنها أيضاً البلانوربس (Planorbis) وكانت تسكن المياه العذبة .

ومن الحيوانات ذات المحارات المزدوجة (Lamellibranchs) الأوستريا (Ostrea) (شكل ٦ باللوحة ٢٦) . والپكتن (Pecten) (شكل ٧ باللوحة ٢٦). واللوسينا (Lucina) (شكل ٢ باللوحة ٢٦) .

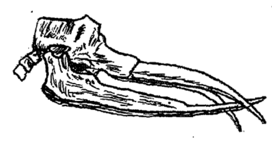
وقد انتشرت الحشرات انتشاراً كبيراً وذلك يرجع لانتشار النباتات المزهرة. فكان من بينها أنواع النحل والبعوض والنمل والفراش وقد حفظت حفريات بعضها بحالة جيدة جدا داخل قطع الكهرباء (الكهرمان) الذى هو عبارة عن صمغ بعض الأشجار الصنوبرية التى كانت منتشرة فى غابات ذلك الحقب .

ومن الحيوانات الفقرية الأسماك وكانت تشبه الأسماك الحالية كل الشبه . والأمفيبيا (الضفادع) والزواحف التى كان من بينها السحالى والثعابين والسلاحف والتماسيح التى لا تختلف كثيراً عن مثيلاتها فى الوقت الحالى .

ومن الطيور التى اندثرت الأنواع ذات الأسنان التى كانت قد نشأت فى أواخر العصور الوسطى وأخذت مكانها أنواع لا أسنان لها تشبه الطيور الحالية .

أما الحيوانات الثديية (Mammals) فقد بلغت أقصى حدود الكمال فى ذلك الحقب وتفوقت على باقى أنواع الحياة جميعا .

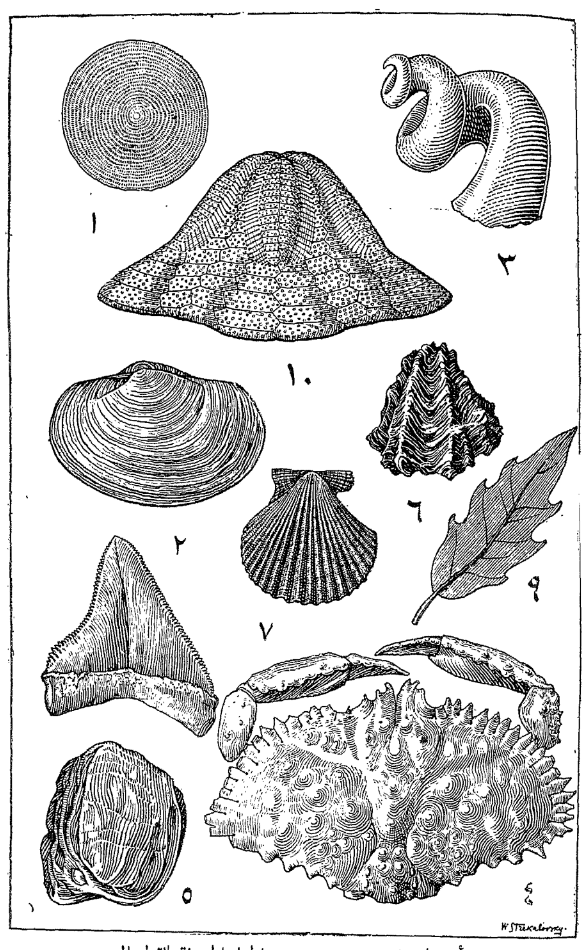
ومن الهياكل العظمية التى وجدت مدفونة فى باطن صخور ذلك الحقب أمكن تتبع الحلقات المختلفة فى نشوء بعض الاجناس التى تعيش على الأرض الآن .
فالفيل مثلا نشأ فى العصور الأولى من ذلك الحقب من جنس الماستودون (Mastodon) وهو حيوان بلغ طوله ½ ٥ من الامتار وارتفاعه ٤ أمتار وله نابان فى كل من الفك الأعلى والأسفل .



(شكل ١١١) جمجمة الماستودون
أحد أسلاف الفيل

أسماء الحفريات المبينة باللوحة ٢٦ حسب الأرقام المبينة أمام كل منها هى :—
(١) نوموليت (Nummulites) . (٢) لوسينا (Lucina) . (٣) ناتيكا لونجا (Natica longa) . (٤) سرطان بحرى (Crab) . (٥) فاكهة متحجرة (Fossil-fruit) . (٦) أوستريا (Ostrea) . (٧) پكتن (Pecten) . (٨) سن الحوت (Shark's tooth) . (وقد سقط تنميره باللوحه) (٩) ورقة شجر (Tree-leaf) (١٠) كابيباستر (Clypeaster)

(اللوحة ٣٦)



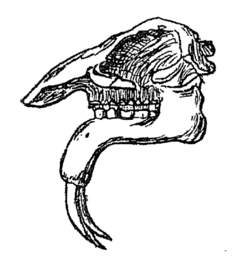
مجموعة أهم الحفريات فى صخور حقب الحياة الحديثة بالقطر المصرى

(راجع هامش الصفحة المقابلة)

وقد كان الماستودون منتشراً فى القارة الأوروبية وقتئذ ووجدت عظامه فى منطقة الفيوم فى طبقات الصخور القريبة من بحيرة قارون .

ومن الماستودون نشأ فى أواسط ذلك الحقب جنس الدينوثيريوم (Dinotherium). وكان حيوانا عظيما يزيد ارتفاعه على خمسة أمتار وكان طول رأسه وحدها مترين وكان له نابان مقوسان فى الفك الأسفل .

ومن هذا الجنس نشأت الفيلة العادية فى أواخر ذلك الحقب .



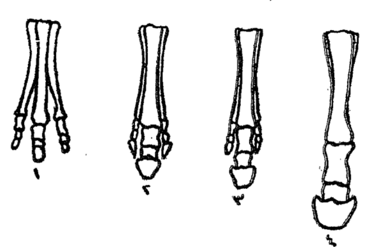
(شكل ١١٢) جمجمة الدينوثيريوم أحد أسلاف الفيل

كذلك أمكن تتبع نشوء الحصان فى سلسلة من الأجناس تحولت تدريجاً من حيوانات تمشى على أقدام ذات خمسة أصابع الى الحصان الحالى الذى يدل تركيب عظام أرجله على أن كلا منها عبارة عن أصبع واحد وأن الاربع الأخرى تضاءلت تدريجا ثم فقدت نهائياً (انظر الشكل رقم ١١٤).

وهكذا الحال فى جميع أنواع الحيوانات فقد أمكن تتبع أسلافها فى سلسلة متصلة من الاجناس يتلو كل منها ماسبقه .



(شكل ١١٣) جمجمة الفيل الحالى



(شكل ١١٤) يوضح تركيب أرجل الاجناس التى أدت بتطورها الى نشوء الحصان الحالى.
١. پاليوثيريوم (Palaeotherium) ٢. انكيثيريوم (Anchitherium) ٣. هيباريون (Hipparion) ٤. الحصان (Horse) .

ومن أنواع الليمر (Lemurs) التي عاشت في أوائل ذلك الحقب نشأت القردة في أواسطه . ولم يأت آخر الحقب حتى بدأت تظهر على سطح الأرض أنواع من الحيوانات تجمع بين صفات القرد والانسان وقد تكون احدى الحلقات بينهما . ومن هذا النوع الحفريات التي وجدت بجزيرة جاوه ولذا سميت بيثيكانتروبس (Pithecanthropus) .

وفي مملكة النبات انتشرت النباتات المزهرة فكانت منها في أوروبا أنواع معروفة الآن في المناطق الحارة كالنخيل والكافور وغيرها مما يدل على أن جو تلك المناطق كان حاراً في ذلك الوقت . فاذا انتصف الحقب تغيرت الحال وظهرت أنواع البلوط وما يشابهها من نباتات المناطق المعتدلة وفي ذلك برهان على التغير المتدرج الذي تولى الجو حتى انتهى الى عصر الجليد الذي سبق العصر الحالي بالقارة الأوروبية .

ولم تكن القشرة الأرضية إبان ذلك العهد على الثبات النسبي الذي تمتعت به أثناء العصور الوسطى بل انتابتها من التقلصات ما أدت إلى رفع سلاسل الجبال الكبرى كالبرانس والألب والهملايا وغيرها وانتهى بتوزيع اليابس والماء إلى الحالة التي نعرفها الآن .

وقد اصطحبت هذه التقلصات تفاعلات بركانية بلغت في بعض البلاد حداً كبيرا فتفجرت البراكين واندلعت منها الحمم التي ترى آثارها في كثير من البلدان . ولقد كان نصيب مصر من ذلك سدود البازلت التي تخترق أغلب صخورها ومنها البازلت المشهور بأبي زعبل وقرب الفيوم وعلى طريق السويس .

ومن أهم الصخور الراسبة التي تكونت في ذلك الحقب الحجر الجيري النوموليتي (Nummulitic Limestone) الذي يبلغ سمكا عظيما في بعض البلاد المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط كفرنسا والجزائر . وفي القطر المصري يغطي مساحات واسعة على جانبي وادي النيل من القاهرة حتى قنا .

وفيما عدا هذا الصخر فيغلب في صخور الحقب الحديث أن تكون قليلة الصلابة غير متماسكة وتتغير تغيرا سريعا من مكان لآخر شأن كل الصخور التي تكونت

فى مياه قليلة العمق . ومنها الرمل والحصى والطين وكذلك الجبس والملح **وهذه** الأخيرة كان تكوينها فى بحيرات مالحة .

ولقد قسمت طبقات الحقب الجديث قسمين عظيمين : —

(١) **الثلاثى** (Tertiary) .

(٢) **الرباعى** (Quaternary) .

ويتكون القسم الثلاثى من أربعة عصور لكل منها تكوين خاص به . وقد اتخذ أساساً لهذا التقسيم نسبة ما بكل تكوين من حفريات الحيوانات الرخوة (Molluscs) التى لم تنقرض أنواعها بعد . والتكاوين بحسب ترتيبها من الأقدم الى الأحدث هى : —

(١) **الأيوسين** (Eocene)

٣ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن. ولذلك سُمى فجر الحياة الحديثة (فجر eos).

(٢) **الأوليجوسين** (Oligocene)

١٠ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن. والاسم مشتق من الكلمة اليونانية (oligos) بمعنى قليل .

(٣) **الميوسين** (Miocene)

١٧ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . والتسمية من الكلمة اليونانية(mios) بمعنى أقلية .

(٤) **البليوسين** (Pliocene)

من ٣٥ الى ٩٥ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . والتسمية مشتقة من الكلمة اليونانية (plios) بمعنى أكثر .

ويتكون القسم الرباعي من تكوينين : —

(١) **البليستوسين** (Pleistocene)

وجميع حفرياته من أنواع لا تزال حية والتسمية من كلمة يونانية (pleistos) بمعنى الأكثر .

(٢) **التكوين الحديث** (Recent)

وهو الذي يشمل الصخور التي لا تزال في دور التكوين حتى الآن كغرين النيل ورمال الصحاري .

(١) **القسم الثلاثي** (Tertiary)

(١) التكوين الأيوسيني (Eocene System)

أهم صخوره الحجر الجيري النوموليتي (Nummulitic Limestone) الذي يتكون من تكدس محارات النوموليت ويحتوي على أنواع كثيرة من الحفريات الأخرى . ويمتد في البلاد المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط وكذلك في أواسط آسيا حتى الصين واليابان. وقد يبلغ سمكه مئات الأمتار من طبقات بعضها رخوة وبعضها صلبة وكلها مركبة من محارات النوموليت والفورامينيفرا الأخرى .

وتوجد طبقات هذا العصر في القطر المصري ممتدة على جانبي وادي النيل من القاهرة حتى قنا . ومنها تتكون الهضاب المتسعة في الجزء الشمالي من صحراء ليبيا والصحراء الشرقية وشبه جزيرة سينا . ويمكن تقسيم هذا التكوين الأيوسيني الى قسمين : —

(١) الطبقات السفلى وهي عبارة عن صخور جيرية نوموليتية ناصعة البياض تتكون منها الهضبة الممتدة على جانبي وادى النيل ومنها تقتلع أحجار البناء بالقاهرة وجميع بلاد الوجه القبلي ما عدا أسوان .

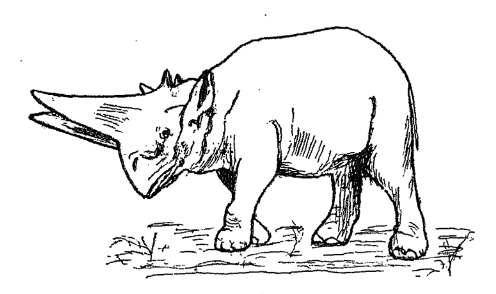
وبها أنواع مختلفة من الحفريات كالسريثيوم (Cerithium) وأسنان الأسماك والسرطانات البحرية (Crabs) وغيرها .

(٢) الطبقات العليا وهي عبارة عن طبقات طينية رقيقة تتخللها طبقات رملية وطفلية وتحتوي جميعها على أنواع مختلفة من الحفريات المحارية كالأوستريا (Ostrea) .

يغلب في هذه الطبقات أن تكون صفراء أو حمراء اللون من اختلاطها بالمغرة (أوكسيد الحديد).

وتوجد هذه الطبقات في الاجزاء العليا من جبل المقطم الذي يرى أسفله ناصع البياض وقمته سمراء اللون مائلة للاحمرار. وتمتد من هذا الجبل بمحاذات طريق السويس وتغطى جزءا كبيراً من شمال الصحراء الشرقية وكذلك بالصحراء الغربية .

وتحيط بمنخفض الفيوم هضبة من هذه الصخور وقد وجدت بين طبقاتها عظام متحجرة لحيوان بائد سمى الأرسينويثيريوم (Arsinoitherium) لم يعرف حتى الآن في أي مكان آخر . (أنظر الشكل ١١٥).



(شكل ١١٥) صورة تخيليه لحيوان الأرسينويثيريوم مستنبطة من العظام التي كشفت قرب الفيوم. ($\frac{1}{40}$ من حجمه الطبيعي)

وتدل عظام الارسينويثيريوم المحفوظة بالمتحف الجيولوجي بالقاهرة على أنه كان حيوانا كبير الحجم يبلغ طوله ٣٫٣٠ متر وارتفاعه ٢ متر ويبلغ طول رأســه نحو متر تقريبا . له قرنان كبيران وتدل اسنانه على أنه كان من أكلة الحشائش (أنظـر الشكل رقم ١١٦) .



(شكل ١١٦) جمجمة الأرسينويثيريوم موجودة بالمتحف الجيولوجي بالقاهرة ($\frac{1}{25}$ من حجمها الطبيعي)

وفى نفس الطبقات التي وجــد بهـا الارسينويثيريوم وجـدت بقايا حيوانات كبيرة أخرى منها بعض أسلاف الفيل والسلاحف وغيرها .

(٢) التكوين الأوليجوسيني (Oligocene System)

ذكرنا عند التـكلم عن التـكوين الأيوسيني بالقطر المصرى أن طبقاته السفلى صخور جـيرية نوموليتية تـكونت فى بحار عميقة بينما الطبقـات العليا صخور رملية أو طينية تحتوى على حفريات تدل على رسوبها قرب الشواطيء . فيفهم من ذلك أنه كانت هـذه الحركة أرضية بطيئة أدت الى رفع قاع البحر تدريجا . وباستمرار هـذه الحركة تراجع البحر شمالا وترك الأراضى المصرية جافة فى عصر الأوليجوسين فكل ما تـكوّن عليها من صخور ذلك العصر هو إما من أنواع الصخور الشاطئية وإما من التي تكونت فى بحيرات أو أنهار أو مستنقعات .

ويظهر أن هذه الحالة كانت أيضاً فى القارة الأوروبية حيث معظم طبقات الأوليجوسين من هذا النوع . وقد كانت حركة الرفـع العامة هى التي أدت فى نهاية الأمر الى رفـع بعض سلاسل الجبال العظمى كجبال الألب الشهيرة .

وصخور الأوليجوسين فى القطر المصري عبارة عن طبقات من الحصى والرمل والأحجار الرملية تحتوي أحياناً على بقايا أشجار متحجرة وتمتد من وادى النيل قرب القاهرة شرقا الى برزخ السويس وغربا الى منخفض القطارة قرب واحة سيوة .

« والغابات المتحجرة » هي الأماكن التي تظهر على سطحها هـذه الطبقات الرملية التي تحتوى على بقايا الخشب المتحجرة . وبتأثير عوامل التعرية فيها تـكتسح الرمال وتبقى الأشجار المتحجرة ملقاة على السطح . ومن أمثلتها « الغابة » المشهورة الواقعة على بضعة كيلو مترات شرقى العباسية حيث ترى كثيراً من سيقان الأشجار يبلغ طول بعضها عشرين مترا وهي محتفظة بدقيق تركيب أليافها حتى إنها لتشبه الخشب في شكلها الخارجي إلا أنها مركبة من مادة سيليسية بدلا من مادتها الخشبية الأصلية . وقد استبدلت بالمادة الأصلية مادة السيليس ذرة لذرة فى مياه معدنية سيليسية كانت قد تفجرت من عيون فى نهاية ذلك العصر (أنظر الشكل رقم ا والصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة ٢٧) .

وكان عصر الأوليجوسين بمصر كشأنه فى بعض البلاد الأخرى مصحوبا بتفاعلات بركانية أدت الى انشقاق القشرة الارضية وتفجر حمم البازلت الى السطح وتـكوينه فى سدود وعروق تخترق الصخور السابقة ، ومن أمثـلة ذلك البازلت المعروف بأبى زعبل ومنـه تقتلع الأحجار المستعملة لرصف الطرق فى جميع مدن القطر المصري . وكذلك الطفوح البازلتية بجبل القطرانى شمال الفيوم وقرب الواحات البحرية وعلى مقربة من أهرام الجـيزة وعلى طريق السويس وفى شمال شـبه جزيرة سينا .

وقد عقب هذا النشاط البركاني تفجر العيون السيليسية التى ذكرناها فكان من جرائها تـكوين كتل الأحجار الرملية السيليسية التى منها الجبل الأحمر شرق العباسية .

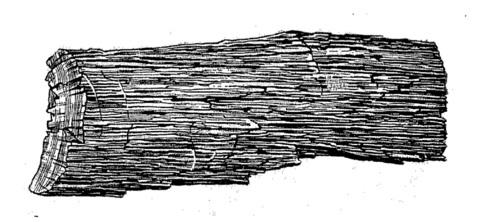
(٣) التـكوين الميوسيني (Miocene System)

لقد كان للحركات الأرضية التى انتابت القشرة الأرضية فى غضون ذلك العصر أكبر الأثر فى تـكييف هيئة سطحها . ففيه رفعت سلاسل الجبـال العظمى كالألب بأوربا . والهملايا بآسيا والأطلس بافريقية . وكان من أثر هـذه الحركات أن انحسر البحر عن المناطق التى كان يغطيها فى العصور السابقة وبدأت القارات من ذلك الوقت تقرب تدريجيا من شكلها الحالى .

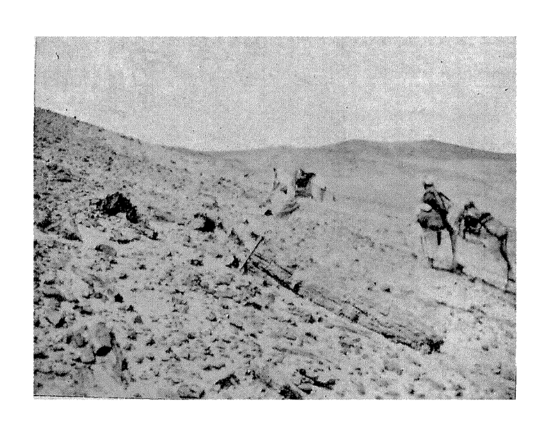
على أن هذه الحركة الرافعة كان يقابلها هبوط فى بعض المناطق الأخرى فغمرتها مياه البحار وتـكونت فوقها رواسب بحرية غنية بحفرياتها . ومن هذا ماحدث فى الجزء الشمالى من الأراضى المصرية فكانت طبقات الصخور التى تتـكون منهـا الهضبة الممتدة في شمال صحراء ليبيا من البحر الأبيض المتوسط حتى حافة المنخفض الـكبير الذى تقع فيه واحة سيوة والمغارة والقطارة . وهى طبقات من أحجار جيريه وطفل غنية بحفرياتها من قنافـذ بحرية من أنواع سكوتلا (Scutella) واكينولامباس (Echinolampas) ومحارات الحيوانات الرخوة من نوع بكتن (Pecten) وأوستريا (Ostrea) وغيرها .

ومثل هذه الطبقات تغطى سطح الأرض على امتداد الطريق بين القاهرة والسويس وفى برزخ السويس . كذلك تمتد الصخور الميوسينية جنوبا على جانبي خليج السويس والبحر الأحمر . على أنها فى الجزء الجنوبى من هـذه المنطقة الأخيرة يختلف تركيبها عما وصفنا فتكثر بينها طبقات الجبس والطفل الذى يحتوى على محارات مجهرية لحيوانات الجلوبيجرينا (Globigerina) وأسنان الحيتان (Shark's teeth) . وقد أظهرت أنابيب الآبار التى دقت فى هـذه المنطقة الجنوبية للبحث عن البترول قرب جمسا وجبـل الزيت وأبو شعر أن طبقات الجبس العليا تصحبها أحيانا طبقات سميكة

(اللوحة ٢٧)



(ا) قطعة من الخشب المتحجر



(ب) منظر الغابة المتحجرة قرب القاهرة

من ملح الطعام. وفى هذا دليل على انتشار بحيرات مالحة على اتصال بالبحر (lagoons) فى الجزء الأخير من عصر الميوسين . وقد بلغ سمك طبقات الملح فى بعض النقط نيفا وستمائة متر .

ومن المعادن التى توجد أحيانا فى طبقات هذا التكوين قرب شواطىء البحر الأحمر : —

(١) الكبريت (Sulphur) — ويوجد فى فجوات وعروق تخترق الجبس والصخور الجيرية وقد بلغ مقداره فى الدمشة (جمسا) مبلغا سمح باستغلاله منذ سنين مضت لصناعة البارود. وقد كان استغلاله فى هذه المنطقة مما أدى الى كشف زيت البترول فيها .

(٢) الرصاص والزنك (Lead & Zinc) — بجبل الرصاص وبعض جهات أخرى جنوب بلدة القصير على البحر الأحمر وهو يستغل الآن بمقادير قليلة .

(٣) **زيت البترول** (Petroleum) — وهو أهم المعادن التى تستغل بالقطر المصرى. ويوجد إما فى طبقات رملية بأسفل التكوين الميوسينى كما فى منطقة الغردقة وهى أكبر حقول البترول المصرية . وإما فى طبقات من الصخور الجيرية ذات فجوات وشقوق تتخلل طبقات الجبس فى أعلى التكوين الميوسينى كما فى منطقة الدمشة (جمسا) وهو وإن كان أقل مقدارا الا أنه أفضل نوعا من الأول .

وزيت البترول الخام سائل قاتم اللون مائل الى الحمرة أو الخضرة أو السواد مركب من مواد قوامها الهيدروجين والكربون بنسب مختلفة (Hydrocarbons). وهذه المواد بعضها صلب وبعضها سائل والبعض الآخر غازى تحت عوامل الضغط والحرارة العادية . على أنها تتحول من حالة الى أخرى بتغير هذه العوامل .

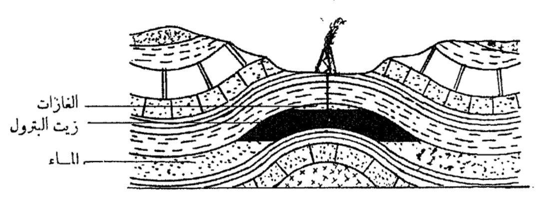
فاذا تعرض زيت البترول عند اندفاقه من فوهة البئر الى حرارة الجو العادية فان بعض المواد المكونة له وهى المعبر عنها بالخفيفة تستحيل الى غاز هو خلاصة البترول أو الجاسولين (Gasoline). ثم اذا رفعت حرارة ماتبقى تدريجا فان المواد الأخرى تتبخر الواحدة بعد الأخرى على حسب درجة الحرارة التى يسخن اليها. فجميع المواد التى تتبخر عند رفع حرارة الزيت الخام الى ١٥٠° درجة سنتجراد تعرف تجاريا باسم البنزين (Benzine) المستعمل فى ادارة السيارات. وما يتبخر بين درجتى ١٥٠° و ٣٠٠° سنتجراد يعرف تجاريا باسم الكيروسين (Kerosene) وهو السائل المستعمل فى مصابيح

الاضاءة العادية .وفى درجات أعلى مماتقدم تتبخرأصناف أخرى من زيوت التشحيم وهكذا دواليك فتبقى فى النهـاية المادة المعروفة عند العامة « بالغاز الوسخ » أى المازوت ومنها يستخرج الزفت والشمع والاسفلت. وهذا هو الأساس الذى ترتكز عليه العمليات المتبعة فى معامل تقطير البترول وتكريره بالسويس .

ويوجد البترول الخام فى الطبيعة كما يوجد الماء فى باطن الأرض أى أنه يملأ المسام والشقوق والفجوات التى فى بعض الصخور. وأحسن الطبقات الخازنة له هى الرملية الغليظة الحبيبات أوالجيرية وخصوصا الدولوميتية (Dolomitic).وهولايوجد فى الصخور الطينية لعدم مساميتها ولا فى الصخور النارية أو المتحولة .

ولكى يجتمع زيت البترول فى أى بقعة بكميات كبيرة تسمح بالاستغلال يلزم أن تكون الطبقات الخازنة له حدباء أومجعدة. وفى هذه الحالة يوجد البترول فى الاجزاء المحدودبة العليا (Anticlinal Crests) من هذه التجاعيد وذلك لسببين : —

(أولا) لأن زيت البترول يوجد عادة مختلطا بالماء. ولما كان الماء أثقل منه فان البترول يعمل دائما للصعود الى أعلى نقطة بينما المـاء يبقى فى الأجزاء المقعرة (Synclines) (انظر الشكل رقم ١١٧) .



(شكل ١١٧) قطاع يوضح اجتماع الغازات وزيت البترول فى أعلا التحديب وبقاء الماء فى أسفل التقعير

(ثانيا) لأن الغازات المحبوسة فى زيت البترول تعمل دائما على دفعه الى أعلى. ولا يمنعه من الظهور على سطح الأرض الا ما قد يغطى الطبقات الخـازنة له من صخور ليست ذات مسام .

فطبقات الصخور المكونة لحقل الغردقة حدباء على شكل قبو مستطيل وآبار البترول تتبع امتداد محور ذلك القبو .

وقد ينبع البترول على السطح اذا اعترى الطبقات التى تعلوه مايحدث فيها شقوقا يسلكها البترول وعند ذلك ينبثق على السطح كما هو الحال فى فارس والعراق ورومانيا وعند سفح جبل الزيت على خليج السويس . وهذا هو أحسن دليل على وجود البترول فى باطن الأرض .

على أن الأغلب أن لا يظهر البترول على السطح ولا بد لاستخراجه من دق أنابيب تخترق الطبقات الى عمق قد يبلغ فى بعض الأحيان مئات أو آلاف من الأمتار . فاذا بلغت الأنبوبة الى الطبقة الخازنة للزيت فانه ينفجر الى السطح بحكم ضغط الغازات التى يحتويها وقد يصحب تفجره هذا انفجار هائل يقذف بالغاز الى عشرات الأمتار فى الهواء (انظر الصورة الفوتوغرافية ب باللوحة ٢٨) . ويستمر اندفاقه طالما بقى الضغط الداخلى كافيا لدفعه الى السطح وقد يبقى كذلك بضع سنين فتخرج من البئر الواحدة آلاف الأطنان من الزيت . فاذا ضعف الضغط فلا بد من استعمال المضخات لرفعه الى السطح . وقد تنضب بعض الآبار بعد وقت قصير وقد يبقى بعضها سنين عديدة وذلك راجع لمقدار الزيت المخزون بباطن الأرض ولدرجة مسامية الصخور الخازنة .

وقد اختلفت النظريات التى سيقت لتفسير أصل تكوين البترول فبعضها يرجعه الى تفاعلات كيمياوية بين بعض المواد المعدنية بباطن الأرض والبعض الآخر وهو الأصح يقرر أنه نتيجة تحلل مواد عضوية حيوانية أو نباتية . والذى نأخذ به هنا هو أن البترول نتيجة تحلل مواد نباتية مثل التى تكون منها الفحم الحجرى تحت عوامل خاصة من الحرارة والضغط فى باطن الأرض .

(٤) التكوين البليوسينى (Pliocene System) .

أغلب صخور هذا التكوين قارية أى تكونت فى بحيرات أو أنهار على أن بعضها تكون فى بحار قليلة العمق . ذلك لأن توزيع اليابسة والماء كان قد قارب شكله الحالى منذ العصر السابق فلم يحدث

فى غضون هذا العصر سوى تعديل بسيط . وتدل الحفريات التى وجدت فى صخور هذا التكوين بأوروبا على أن الجو فى تلك البلاد كان قد تحول عن حالته السابقة التى كانت تشبه من وجوه كثيرة الحالة الجوية للمناطق الاستوائية فاعتدل تدريجا وكان ذلك تمهيداً لبرودة الجو فى عصر الجليد الذى عمّ أوروبا فى عصر البليستوسين .

ومن أهم مميزات التكوين البليوسينى العثور لأول مرة بين طبقاته على عظام يغلب أن تكون عظاما انسانية مما يدل على أن خلق الانسان على وجه الارض كان فى غضون ذلك العصر .

أما التكوين البليوسينى بالقطر المصرى فيرى فى وادى النيل عند سفح الهضبتين اللتين تحدانه على الجانبين وذلك من القاهرة حتى الفشن . وصخوره عبارة عن رواسب رملية شاطئية بها حفريات بليوسينية من نوع القنفذ البحرى كاليباستر (Clypeaster) (شكل ١٠ باللوحه ٢٦) وبعض المحارات الأخرى . وهى تدل على أن وادى النيل بحالته المعروفة الآن كان قد تكون وصعدت فيه مياه البحر كخليج ضيق طويل بالغ جنوبا حتى مركز الفشن . يتلو ذلك رواسب أخرى تدل صفاتها على أنها تكونت فى بحيرات عذبة مما يدل على أنه قبل انتهاء هذا العصر كان البحر قد انحسر عن الوادى فتحول هذا الى سلسلة من البحيرات .

وفى وادى النطرون بصحراء ليبيا طبقات من صخور بليوسينية تحتوي على مجموعة من عظام متحجرة لأنواع من الفيلة والبرنيق أو فرس البحر (Hippopotamus) والزرافة والتماسيح وغيرها مما يدل على سابقة مرور فرع من النيل فى هذه المناطق القفرة

أما على شواطىء البحر الأحمر فتوجد طبقات صخور بحرية تدل حفرياتها على أنها تكونت فى بحار ذلك العصر وقد رفعت عن منسوب البحر الحالى من جراء الحركة الأرضية التى تناولت هذه المناطق فى العصور الجيولوجية الحديثة .

(٢) القسم الرباعى (Quaternary.)

(أولا) التكوين البليستوسينى (Pleistocene System.)

يمتاز عصر البليستوسين ببرودة الجو المتناهية فى أوروبا وأمريكا الشمالية فكانت الحالة الجوية فيها أشبه بحالة المناطق القطبية فى الوقت الحاضر . ومن ثم سمي ذلك العصر عصر الجليد (Ice Age) . يدل على ذلك أمران :ـ

(١) أن سطح الارض فى أغلب السهول والوديان بأوروبا وأمريكا الشمالية مغطى بطبقة من الرواسب المعروفة باسم (Boulder-clay) وهى عبارة عن مواد طينية مكدسة على غير نظام وتحتوى على مقدار كبير من الحصى الصغيرة والجلاميد الكبيرة من صخور مختلفة مختلط بعضها ببعض على غير نظام وبعضها مصقول ومخدوش بخدوش طولية . وكل هذه كما قدمنا من خواص رواسب الثلاجات .

(٢) أن الحفريات التى وجدت فى هذه الطبقات سواء منها المحارية أو العظمية كلها لحيوانات لاتعيش الآن الا في المناطق القطبية . كذلك الحال فى الحفريات النباتية .

ومن أجل ذلك ولاعتبارات عديدة أخرى قد قام البرهان على أن الاجزاء الشمالية والوسطى من القارة الاوروبية وأمريكا الشمالية كانت تحت تأثير الثلج فى الجزء الأكبر من عصر البليستوسين . على أن الاحوال الجوية عادت تدريجا فى أواخر ذلك العصر حتى صارت الى حالتها التى نعرفها الآن . فتقهقر الثلج شمالا الى القطبين ولم يبق منه الآن سوى ما يغطى قمم الجبال العليا .

أما فى القطر المصرى فتـدل الظواهر على أن عصر الجليد بأوروبا كان يقابله فى مصر عصر أمطار شديدة ذلك لأن التكوين البليستوسينى هنا هو دائما عبارة عن رواسب من رمال وحصى مستديرة مصقولة تدل حالتها على أنها تكونت فى مياه جارية .

فتحت التربة الزراعية المكونة لوادي النيل والدلتا طبقات سميكة من الرمل والحصى تدل على أن النهر الذى تكونت فيه كان أغزر ماء وأقوى تيارا من النيل الحالى . كذلك الوديان بالصحارى فان بباطنها وعلى جانبيها رواسب سميكة من الرمل والحصى لابد لتكوينها من مياه جارية غزيرة وهذا لايكون الا اذا توافرت مياه أمطار شديدة .

ومن التكوين البليستوسينى أيضا الصخور الجيرية التى تكوّن سلسلة من التلال ممتدة من غرب الاسكندرية الى مريوط وهي مكونة من تماسك رمال جيرية تكونت على شكل كثبان ممتدة على طول الشاطىء .

كذلك يرجع الى عصر البليستوسين تكوين الشواطىء والشعاب المرجانية التى تمتد على مقربة من شواطىء خليج السويس والبحر الأحمر وعلى ارتفاع كبير فوق منسوب البحر الحالى .

(ثانيا) التكوين الحديث (Recent Formation)

ويطلق هذا الأسم على الرواسب التى لا تزال تتكون فى الوقت الحالى. وهى فى القطر المصرى ثلاثة أنواع : —

(ا) التربة الزراعية فى وادي النيل والدلتا .

(ب) كثبان الرمال بالصحارى .

(حـ) الشعاب المرجانية الحالية بالبحر الأحمر وخليج السويس . واليك كيفية تكوينها : —

(١) التربة الزراعية

وهذه تتكون من تراكم الغرين الذى يجلبه نهر النيل وقت فيضانه من أعالى هضاب بلاد الحبشة المكونة من صخور بركانية بازلتية تتفتت وتتحلل من تأثير عوامل التعرية فيها . فاذا حل فصـل الأمطار اكتسحت هذه المواد المفتتة الى مجرى النهر فيحملها الينا هدية ثمينة يرجع اليها خصب الأراضى المصرية ومصدر ثروتها العظيمة . والغرين من مواد طينية دقيقة جدا . والطبقة التى تكونت حتى الآن لا يزيد سمكها فى المتوسط على عشرة أمتار تليها من أسفل طبقات الرمل والحصى التى تملأ باطن الوادى والتى ذكرناها ضمن صخور التكوين البليستوسينى .

(ب) كثبان الرمال

وهذه منتشرة بوجه عام فى أغلب المناطق الصحراوية وخصوصا فى المنطقتين الآتيتين : —

(أولا) شمال شبه جزيرة سينا فى الجزء الواقع بين شاطىء البحر الأبيض شمالا وسفوح جبال المغارة والبلج والحلال جنوبا وتمتد مع امتداد برزخ السويس حتى جنوب هذه المدينة. وأغلب هذه الكثبان مستطيلة وقد يبلغ بعضها ارتفاعا يزيد على مائة متر وبعضها هلالية الشكل .

(ثانياً) فى صحراء ليبيا حيث تمتد فى خطوط متوازية طويلة ضيقة اتجاهها من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى وقد يبلغ امتداد بعضها أكثر من ٤٠٠ كيلو متر . ولذلك كانت من الاسباب التى تعوق السياحة والاستكشاف فى هذه الصحراء العظيمة .

(ج) الشعاب المرجانية

وهذه تتكون وتنمو الآن فى خطوط تمتد بمحاذاة شواطيء البحر الأحمر وخليج السويس وحول الجزائر القريبة منها وهى من أسباب صعوبة الملاحة فى هذه المناطق .

الانسان فى العصور الجيولوجية

يدل على سابق وجود الانسان فى أى عصر جيولوجى مانجده فى بطون صخور ذلك العصر من بقايا عظمية أو مما قد تركه وراءه من آلات كان يستعملها للصيد أو الدفاع عن النفس أو لقضاء الاغراض المختلفة التى حتمتها عليه ظروف الحياة .

ولقد كان البحث يكشف لنا من وقت الى آخر آثارا للانسان فى مختلف الطبقات استنبط منها بعضهم أنه بدأ حياته على سطح الارض فى غضون العصر الميوسينى . على أن هذه الآثار لم تكن واضحة لدرجة يقبلها الجميع برهانا على هذه النتيجة . ذلك لأن العظام التى قيل إنها انسانية لم تتوافر فيها كل الخواص لعظام الانسان وقد تكون لنوع راق من القردة تشبه الانسان فى بعض صفاته . كذلك كانت الآلات التى وجدت مشكوكا فى صحتها لطول الزمن الذى مضى عليها . وقد يكون الشبه الذى بينها وبين الآلات الحقيقية مجرد مصادفة من جراء عوامل طبيعية ولادخل للانسان فيها .

وسنبقى فى شك من حيث تحديد العصر الذى بدأ فيه ظهور الانسان على الأرض حتى تكشف آثار لا يحيط بها أى شك أو غموض .

ومهما كانت حقيقة وجود الانسان فى عصرى الميوسين والپليوسين فما لا ريب فيه أنه كان قد انتشر على وجه الأرض فى أواسط عصر الپليستوسين . يدل على ذلك ماوجد فى بعض الكهوف وضمن الرواسب النهرية القديمة من عظام وأحجار مشغولة وصور ورسوم تدل دلالة لاشك فى أنها من صنع الانسان . ويظهر من بعضها أنه كان قد بلغ درجة لابأس بها من الرقى الفكرى الذى مكّنه من مغالبة معاصريه من حيوانات ضارية .

ومن مقارنة بعض الآلات التى تركها هذا الانسان بالبعض الآخر ومن دراسة طبقات الصخور التي يوجد بهـا كل نوع ظهر أن أقدمها كانت قطعا من الصخر الصلب وخصوصا الصوان(Flint) مهذبة تهذيبا بسيطا لتقوم بأغراضه البسيطة كالصيد والدفاع عن النفس وقطع الأشجار وهلم جرا. على أنه كان يدأب دائماً على تحسين هذه الآلات كلما ارتقى فى سلّم المدنية وكان يساعده على هذا التحسين نموه العقلى المتزايد. فكانت الآلات الحجرية تزداد أتقانا مع مضى الزمن حتى صارت آلات نافعة رشيقة. ولم يقف نموه العقلى عند ذلك فسرعان ما كشف سرا كان له أكبر الاثر فى حياته ذلك هو فن استنباط الفلزّات من خاماتها المعدنية الأولى. وقد يكون وقوفه على سر هـذا الفن قد جاء عن طريق المصادفة على أنه على كل حال عرف كيف يستفيد منه فلجأ الى صناعة آلاته من البرنز الذى هو مزيج من النحاس والصفيح. ومن ذلك العهد كان تقدم الانسان بخطا واسعة حتى وصل الى بدء عصوره التاريخية المعروفة.

مما تقدم نرى أن الزمن الذى عاش فيه الأنسان على الأرض فيما قبل العصور التاريخية يمكن تقسيمه الى قسمين : —

(١) العصر الحجرى (Stone Age).

(٢) عصر البرنز (Bronze Age).

ولا يفهم من ذلك أن هذه العصور كانت تعم جميع بنى الأنسان فى مختلف أنحاء العالم فى وقت واحد بل يمكن اعتبارها درجات فى سلم الرقى الأنسانى تدرج فيها من فطرته الأولى حتى بلغ مدنيته الحالية. وكان هـذا التدرج أبطأ فى بعض البلاد منه فى البلاد الأخرى مثال ذلك أنه فى الوقت الذى كان سكان وادى النيل من قدماء المصريين قد بلغوا شأناً عظيما فى مدنيتهم التاريخية كان سكان أوروبا لا يزالون على جهل تام باستغال المعادن فى أواخر عصورهم الحجرية. كذلك

بقى سكان استراليا الأصليون يستعملون آلات حجرية حتى بدأ الأوروبيون يستعمرون تلك القارة فى القرون الأخيرة .

العصر الحجرى (The Stone Age)

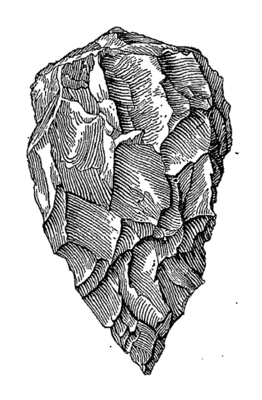
قدمنا أن العصر الحجرى هو العصر الذى كان الانسان يستعمل فيه الأحجار الصلبة ليصنع منها آلاته المختلفة . ولقد كانت هذه الآلات فى أول الأمر مهذبة تهذيباً بسيطاً لا تدل على مهارة خاصة ثم تدرجت الى أرقى فأرقى حتى بلغت فى النصف الأخير من هذا العصر درجة كبيرة من الاتقان . ولذلك قسم العصر الحجرى قسمين : —

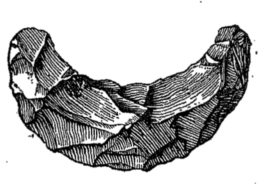
(١) العصر الحجرى القديم (Palaeolithic)

وكانت فيه الآلات الحجرية بسيطة الشكل غير مصقولة ومن أمثلتها المجموعة التى ترى فى الشكل رقم ١١٨ .

ومن الحالات التى توجد فيها هذه الآلات يتضح أن الأنسان كان فى أول الأمر هائماً على وجهه متنقلا فى السهول والوديان باحثاً عن صيد أو هاربا من حيوان مفترس . و بعد ذلك لجأ الى سكنى الكهوف والمغارات حيث ترك وراءه فيها هياكله العظمية و بعض آثاره من آلات حجرية .

ولقد بلغ بعض ساكنى هذه الكهوف مبلغاً عظيما من الفن فتركوا على حيطانها





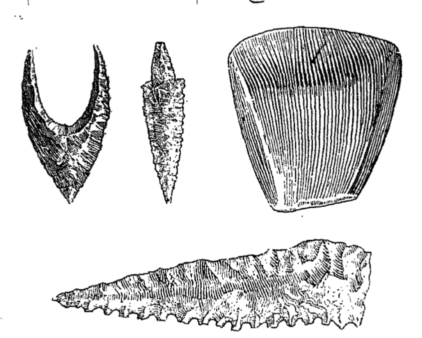
(شكل ١١٨) آلات من الصوان من العصر الحجرى القديم بالفيوم

رسوما متقنة تمثل ما كان يعاصرهم من أنواع الحيوانات البائدة كالماموث (Mammoth) وبعض أنواع الغزال .

ومن آثار هذه الكهوف يظهر أن الانسان كان فى تلك العصور النائية قد فقه فائدة النار فى طهى الطعام والتدفئة . كذلك كان قد بدأ يستفيد مما عاصره من حيوانات فكان يصنع من أنياب الفيلة ومن قرون الغزلان سكاكين ورءوسا للرماح الى غير ذلك من آلات بسيطة الصنع .

(٢) العصر الحجرى الحديث (Neolithic.)

وتمتاز آلات الانسان فى ذلك العهد بصقلها ورقتها ودقة صنعها واختلاف أشكالها . فكان منها رءوس الرماح والسهام والبلط (انظر الشكل رقم ١١٩) .



(شكل ١١٩) مجموعة من الآلات من حجر الصوان تابعة للعصر الحجرى الحديث

ذلك لأنه كان قد تقدم درجات محسوسة فى سلم المدنية فزادت احتياجاته والحاجة كما نعلم هى أم الاختراع .

ومن الرسوم التى تركها على جوانب الكهوف وعلى أيدى السكاكين يظهر أنه كان قد نجح فى اخضاع بعض الحيوانات الوحشية فصارت اليفة تساعده على

كفاحه فى الحياة . فكان له منها الثور والحصان والحمار والكلب والقط . كذلك كان قد تعلم فنون الزراعة فزرع القمح والشعير لطعامه وزرع التيل ليصنع منه ملابس يتقى بها عوادى الطبيعة و يستعملها فى الزينة . كذلك كان قد علم شيئا عن صناعة الفخار فصنع لنفسه منه أوانى بسيطة .

وقد هجر الكهوف فى آخر الأمر الى بناء مساكن يأوى اليها فى أواسط بعض البحيرات ليأمن فيها من اعتداء الوحوش الضارية وقد بقيت آثار بعض هذه المساكن فى بحيرات بسويسرا وغيرها من البلاد .

و يظهر أنه كانت له وقت ذاك معتقدات دينية فقد ترك وراءه هياكل أو معابد مكوّنة من جلاميد صخرية ضخمة لابد أنها تطلبت منه مجهوداً عظيما فى اقامتها

عصر البرنز (Bronze Age)

هذا العصر يتفق فى أغلب البلاد مع ابتداء العصر الجيولوجى الحديث أى عقب انتهاء عصر البليستوسين فكان فاتحة العصور التاريخية المعروفة .

ومن الغريب أن ينتقل الانسان من صناعة آلاته من الصوان فجأة الى البرنز الذي هو خليط من معدنين وقد يكون ذلك من باب المصادفة .

وقد شذ سكان وادى النيل القدماء عن هذه القاعدة العامة فى التدرج فلم يمروا فى عصر البرنز بل انتقلوا من العصر الحجرى الحديث الى استعمال النحاس الذى كانت لهم فيه طريقة خاصة لجعله شديد الصلابة .

أما عصور الانسان الحجرية فى القطر المصرى فتوجد آثارها من آلات من الصوّان فى رواسب الرمل والحصى على جانبى وادى النيل وفى الوديان بالصحارى. وقد جمعت أحسن أمثلتها من طبقات الرمال والحصى بالعباسية فكان من بينها أنواع تمثل جميع درجات العصر الحجرى القديم من ابتدائه الى انتهائه . كذلك

وجدت آثار العصر الحجرى الحديث فى بعض بقاع متفرقة فى وادى النيل نفسه وعلى مقربة من بحيرة قارون .

ويستنبط من هذا أن الانسان فى العصر الحجرى القديم كان منتشراً فى وادى النيل والصحارى وقد يكون ذلك لملاءمة الاحوال الجوية لتنقله فى هذه المناطق . على أنه فى العصر الحجرى الحديث قد لجأ الى أماكن معيّنة بوادى النيل واتخذ عيشة أكثر سكوناً من الأولى .



الباب الخامس

التركيب الجيولوجى للقطر المصرى وحوض النيل

كلمة تمهيدية عامة عن طبيعة حوض النيل وتركيبه الجيولوجى

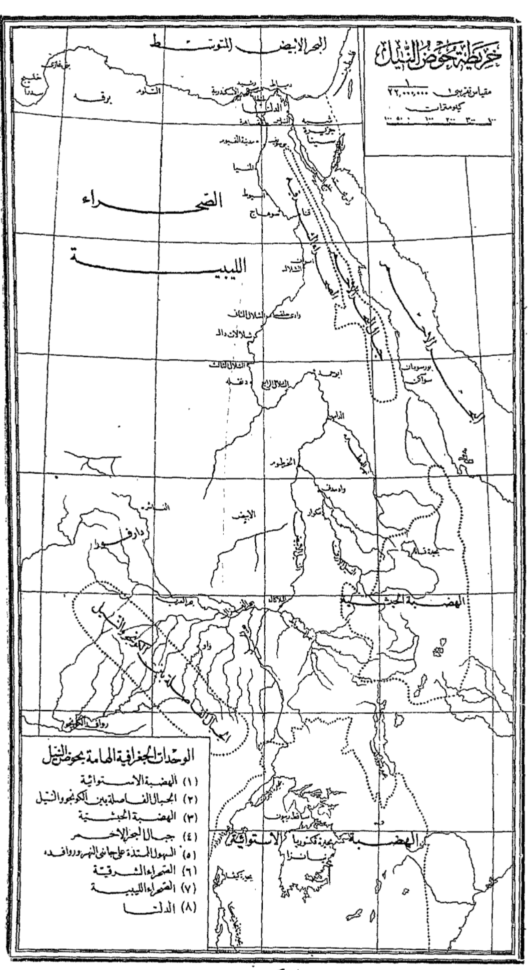
يمتد حوض النيل فى مساحة لا تقل عن ثلاثة ملايين من الكيلومترات المربعة ويحتوى على الوحدات الجغرافية الآتية . (راجع الخريطة شكل ١٢٠) :ــ

(١) **هضبة البحيرات الاستوائية** — وهى منطقة مرتفعة من الأرض يبلغ متوسط منسوبها نحو ١٣٠٠ متر أعلى من سطح البحر وفيها بحيرات فكتوريا والبرت وغيرها من البحيرات المعروفة باعالى النيل .

هذه الهضبة يحدها شمالا جرف ينحدر عليه النهر فى سلسلة من المساقط أهمها مساقط ريبون (Ripon Falls) ومرتشيسون(Murchison Falls) تؤدى به الى السهول الممتدة شمالا والتي تنحدر انحداراً تدريجياً حتى شواطىء البحر الأبيض المتوسط .

(٢) **المرتفع الفاصل بين حوضى النيل والكونجو** — وهذا يمتد فى الشمال الغربى من الهضبة السابقة الذكر . ويبلغ متوسط ارتفاعه ٨٠٠ متر أعلى من منسوب البحر .

(٣) **هضبة الحبشة** — وهذه تعلو عن منسوب البحر بنيف والفى متر تتوسطها بحيرة تسانا حيث ينبع النيل الأزرق . وفى السفوح الشمالية لهذه الهضبة ينحدر نهر العطبره الذى يتصل بنهر النيل فيما بين الخرطوم ووادى حلفا .



خريطة حوض النيل
مقياس تقريبي ١ : ٢٢,٠٠٠,٠٠٠
كيلومترات
البحر الأبيض المتوسط
برقة
الصحراء الليبية
الإسكندرية
الخرطوم
الأبيض
الهضبة الحبشية
الهضبة الاستوائية
رواف الكونغو
الوحدات الجغرافية الهامة بحوض النيل
(١) الهضبة الاستوائية
(٢) الجبال الفاصلة بين الكونجو والنيل
(٣) الهضبة الحبشية
(٤) جبال البحر الأحمر
(٥) السهول الممتدة على جانبي النهر وروافده
(٦) الصحراء الشرقية
(٧) الصحراء الليبية
(٨) الدلتا

(شكل ١٢٠)

(٤) **سلسلة جبال البحر الاحمر** — وهذه سلسلة متقطعة من الجبال قد يبلغ بعض قممها ألفي متر أعلى من منسوب البحر . تمتد محاذية لشاطىء البحر الأحمر وعلى مقربة منه فتنتصب حاجزاً بينه و بين حوض نهر النيل من حدود الحبشة حتى قبالة مديرية المنيا .

(٥) **سهول منبسطة تكتنفها من آن لآخر بعض الآكام قليلة الارتفاع** وتمتد فيما بين ما ذكرنا من الهضاب حتى شواطىء البحر الابيض المتوسط. فى هذه السهول يلتوى النهر وروافده العديدة تارة فى مجارى عميقة وتارة أخرى فى مجارى فسيحة قليلة العمق تكاد تكون آسنة المياه. وتنتهى هذه السهول الى واد ضيق بالقطر المصرى بين هضبتين جيريتين صحراويتين ومن ثم الى الدلتا وشاطىء البحر.

ولو أن البحوث الجيولوجية لم تتناول بعد جميع أجزاء هذا الحوض العظيم الأ أن ما اجتمع من المشاهدات حتى الآن يعطينا فكرة عن تركيبه الجيولوجى بصفة عامة.

ومن هذه المشاهدات يتضح أن الاساس الذى ترتكز عليه الصخور المكونة لسطح هذه المنطقة مكوّن من مجموعة من الصخور المتحولة يرجع تكوينها لأقدم العصور الجيولوجيـة ويغلب بينها صخر الجنيس الناتج من تحول صخور جرانيتية قديمـة .

هذا الجنيس ومايصحبه من الشيست والصخور المتحولة الاخرى تكوّن الهضبة الاستوائية تعلوها رواسب رملية طينيـة حديدية ناتجة من تحلل الصخور المتحولة المذكورة تحت العوامل الجوية الاستوائية .

كذلك تظهر هذه الصخور المتحولة القديمة فى المرتفع من الأرض الفاصل بين حوضى الكونجو وبحر الغزال وفى الاكمات القائمة فى السهول الممتـدة على جانبى النهر . وكذلك أينما انقشعت التربة التى تغطى سطح هذه السهول لأى عامل من عوامل التعرية .

وهى فى الوقت نفسه أساس الهضبة الحبشية حيث تعلوها طبقــة سميكة من البازلت الذى يتحلل تحت العوامل الجوية الرطبة فيستحيل الى الغرين الذى يكتسحه النيل الأزرق الى نهر النيل فى شهور الفيضان .

وتظهر صخور الجنيس والصخور المتحولة الاخرى فى سلسلة جبال البحر الأحمر حيث تتخللها صخور نارية سيأتى ذكرها بعد .

ومن مدينة الخرطوم شمالا تتكون السهول من طبقات إما أفقية أو قليلة الميل الى الشمال من صخور رملية هى المعروفة بالحجر الرملى النوبى . وهذه تمتد شمالا حتى أواسط الصحارى المصرية .

على أنه لاشك فى أن هذه الصخور تخفى تحتها الصخور المتحولة القديمة التى ذكرناها . تدل على ذلك الشلالات العديدة التى تعترض مجرى النهر مابين الخرطوم واسوان والتى يرجع أصل تكوينها الى أن النهر وهو ينحت مجراه قد اخترق الطبقات الرملية فى هذه النقط و بلغ ما تحتها من صخور الجنيس الشديدة الصلابة فلم يقو على نحرها فبقيت عقبات بارزة فى مجراه .

أما الجزء الشمالى من حوض النيل وهو الذى يدخل ضمن حدود القطر المصرى فيحتاج لوصف أكثر اسهابا ولذلك أفردنا له فصلا خاصاً هو محل بحثنا فيما يلى من الصفحات .

موجز الوصف الجغرافى والجيولوجى للاراضى المصرية

يتكون القطر المصرى من أربع وحدات جغرافية تختلف كل واحدة منها عن الاخرى فى ظواهرها الطبيعية وتركيبها الجيولوجى وهى (راجع الخريطة الجيولوجية بآخر الكتاب):—

(١) وادى النيل والدلتا

(٢) الصحراء الغربية — صحراء ليبيا

(٣) الصحراء الشرقية
(٤) شبه جزيرة سينا

(١) وادى النيل والدلتا

واد ضيق كثير الالتواء يجرى النهر فى جزئه الجنوبى بين هضبتين من الصخور الرملية لا تتركان بينهما و بين مجراه متسعاً لتكوين رواسب نهرية صالحة للزراعة .

وعند مدينـة أسوان تعترض مجراه صخور من الجرانيت والجنيس وغيرها يضعف النهر عن أن يشق لنفسه طريقاً منتظمة بينها فينحدر على سطحها فى الشلالات المعروفة . (انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة ١٣) .

ومن ثم يتسع الوادى تدريجاً حتى اذا بلغ قنا قامت على جانبيه هضبتان عاليتان من الصخور الجيرية يجرى النهر بينهما فى واد منبسط وعلى جانبيه سهول من الغرين. ثم تنحدر هاتان الهضبتان شمالا حتى تختفيا نهائياً بعد القاهرة واذ ذاك ينفتح الوادى فجأة فى داله العظيمة التى تنتهى الى شاطىء البحر الابيض المتوسط فى قاعدة يبلغ طولها نحو ٢٠٠ كيلو متر بين الاسكندرية وبور سعيد .

وتختلف الصخور التى يمتلىء بها باطن الوادى عما يحفّـه من الجانبين اختلافا كبيراً . اذ الوادى فى الحقيقة عبارة عن قناة ضيقة نحتها النهر فى طبقات الصخور المختلفة ثم ملأها بما التى فيهـا من مواد حملها من أعالى مجاريه بالسودان والحبشة .

فجانبا الوادى من وادى حلفـا حتى اسنا هما من الحجر الرملى النوبى ثم من اسنا حتى الاقصر تحيط بالوادى صخور طينية وأخرى جيرية تابعة للعصر الكريتاسى ثم من الاقصر حتى القـاهرة تحف الوادى من الجانبين هضـبة من الحجر الجيرى النوموليتى .

أما باطن الوادى فمـكون من طبقات التربة الزراعية السطحية التى يبلغ متوسط سمكها نحو عشرة أمتار تتلوها طبقات غير منتظمة من رمال وحصى هى التى تحتوى

على مياه الرشح التى تستقى منها بعض المدن المصرية و تستخرج من آبار عديدة تساعد على ارواء الأراضى فى غير أيام الفيضان . (انظر القطاع شكل ٥١) .

وعلى جانبي الوادى فيما بين الأراضى الزراعية والهضبة الجيرية توجد أحياناً صخور جيرية وأخرى رملية تدل حفرياتها على أنها تكونت فى غضون العصر البليوسيني . ومنها الصخور الجيرية المعروفة بالعيساوية المستعملة فى بناء بعض قناطر الرى الكبرى كقناطر أسيوط ونجع حمادى وغيرها .

كذلك على جانبي الوادى سرر مرتفعة من الحصى تحتوى أحياناً على آلات حجرية تدل على أن هذا الوادى كان مسكوناً فى غضون العصور الحجرية قبل التاريخ .

(٢) الصحراء الغربية — صحراء ليبيا

وهي سلسلة متتابعة من الهضاب العالية تفصلها منخفضات قد يبلغ منسوب بعضها الى ما تحت منسوب سطح البحر .

ففي الجنوب هضبة منبسطة عالية من الحجر الرملى النوبى تدل ما وجدت به من بقايا نباتية على أنه قد تكوّن فى أواسط العصر الطباشيرى . هذه الهضبة تمتد من سفح جبال العوينات الجرانيتية وينحدر سطحها تدريجاً حتى تنتهى فى منخفض عظيم يحتوى على الواحات الخارجة والداخلة .

وتحد هذا المنخفض من ناحيته الشمالية حافة هضبة أخرى سفحها من صخور طينية وطباشيرية تحتوى على طبقات من الفوسفات وتعلوها طبقات جيرية تابعة للعصر الايوسيني . والسطح الأعلى لهذه الهضبة أعلى من منسوب البحر بنحو خمسمائة متر . وتكتنف هذه الهضبة الجيرية منخفضات عظيمة منها الواحات البحرية والفرافرة ومنخفض الفيوم .

و ينحدر سطح الهضبة تدريجاً الى الشمال حتى ينتهى فى منخفض عظيم يبلغ فى بعض أجزائه منسوبا أقل من منسوب البحر بنحو ١٣٥ مترا وفى هذا المنخفض توجد القطارة وواحات سيوه والمغارة ووادى النطرون .

و يحدّ هذا المنخفض من الشمال هضبة ثالثة من صخور جيرية بحرية تدل محاراتها الكثيرة على أنها تكونت فى العصر الميوسينى . وهذه الهضبة ارتفاعها أعلى من منسوب البحر بنحو مائتى متر ولكنها تنحدر شمالا حتى تنتهى الى الشاطىء بين الاسكندرية والسلوم .

(٣) الصحراء الشرقية

وهى التى تمتد بين وادى النيل وشواطىء البحر الأحمر وخليج السويس . وأهم ظواهرها الطبيعية سلسلة من الجبال الكبرى مكونة من صخور نارية تحفها هالة من صخور متحولة مختلفة و يخترق هذه وتلك عدد عظيم من السدود النارية والعروق المعدنية .

تمتد هذه السلسلة الجبلية على مقربة من شاطىء البحر وعلى محاذاته . و بعض قممها الجرانيتية أعلى من سطح البحر بنيف وألفى متر . تكتنف هذه السلسلة من الشمال هضاب من الصخور الجيرية أهمها جبال الجلالة القبلية والبحرية وجبال العتاقة والهضبة الجيرية التى تنتهى الى وادى النيل فى جبل المقطم . وهى هضاب سطحها من صخور جيرية نوموليتية يظهر من تحتها فى جبال الجلالة صخور كريتاسية وأحياناً أيضاً جوراسية وكربونية .

وتمتد الهضبة الجيرية جنوبا الى قنا ومن ثم تمتد بين جبال البحر الأحمر ووادى النيل هضبة أخرى أقل ارتفاعا من الأولى قوامها الحجر الرملى النوبى الذى قدمنا وصفه.

وفيما بين سلسلة الجبال الكبرى وشواطىء البحر الأحمر وخليج السويس تمتد أكمات قليلة الارتفاع أغلبها من صخور جيرية وجبسية تابعة للعصر الميوسينى . وقد

تقوم بينها سلاسل جبلية صغرى كجبل الزيت وجبل العش نواتهـا صخور قديمة نارية ومتحولة تعلوها طبقات راسبة أغلبها ميوسينية. وعلى مقربة من الشاطىء جزائر عديدة أغلبها مكوّن من صخور ميوسينية أو پليوسينية. وتحيط بها وبالشاطىء أرصفة من الشعاب المرجانية تجعل الملاحة فى هذا الجزء من البحار محفوفة بالأخطار .

(٤) شبه جزيرة سينا

مساحة مثلثة ثلثها الجنوبى عبارة عن شبكة من جبال شامخة من الصخور النارية وبخاصة الجرانيتية . يبلغ ارتفاع بعض قممها ٢٦٠٠ متر أو تزيد .

هذه الجبال الـكبرى تتناقص ارتفاعا الى الشمال حتى سفح هضبة التيه حيث تعـلو الصخور النارية طبقات من الحجر الرملى تتخللها فى الجـزء الغربى على مقربة من شاطىء خليج السويس طبقات أخرى من الحجر الجيرى تدل حفرياتها على أنها من العصر الـكربونى .

أما الجزء الشمالى من شبه الجزيرة فهو عبارة عن هضبة منبسطة تنتهى جنوبا بجرف عظيم ترتفع قمتـه عن سطح البحر بنحو نيف وألف متر . وينحدر تدريجا إلى الشمال حتى شاطىء البحر الأبيض بين حيفا وبورت فؤاد . وتتـكون هـذه الهضبة المعروفة بصحراء التيه من صخور طباشيرية بعضها ايوسينية والبعض كريتاسية تحتها طبقات جيرية ثم طفلية ثم رملية وكلها تابعة للعصر الطباشيرى .

وفى الجزء الشمالى من هـذه الهضبة على مسافة خمسين كيلو مترا من شاطىء البحر تنتصب بعض الجبال يتراوح ارتفاعها بين ٥٠٠ و١٠٠٠ متر وهى نتيجة تجعيد الطبقات من جراء تقلصات أرضية .

وفى وسط أحد هذه التحاديب وهو المعروف بجبل المغارة تظهر الصخور الچوراسية على السطح وذلك نتيجة تأثير عوامل التعرية فى قمة التحديب .

هذا وتحد هضبة التيه من الجانبين الشرقى والغربى جروف وعرة الانحدار هى نتيجة انفلاق الأرض وهبوطها على الجانبين فى عصر الميوسين . وهذه الفوالق الحوضية هى التى أدت إلى تكوين خليجى السويس والعقبة فى أوائل ذلك العصر .

بيان الحوادث الجيولوجية التى تعاقبت على الأراضى المصرية

الآن وقد أحطنا بشىء عن التكاوين الجيولوجية التى تتكون منها الأراضى المصرية وقرنا تعاقب هذه التكاوين على حسب ترتيبها الجيولوجى الصحيح فمن الميسور أن نستنبط الحوادث الجيولوجية التى تعاقبت على هذا الجزء من سطح الكرة الأرضية . وأهمها مرتبة من الاقدم الى الأحدث كما يأتى : —

(أولا) بدأ الزمن الجيولوجى والأراضى المصرية جزء من قارة عظيمة سطحها من صخور جرانيتية قديمة . وكانت هذه القارة مسرحا لتفاعلات بركانية شديدة ناتجة عن تقلصات كبيرة الأثر فى القشرة الأرضية . فكان من جراء كل ذلك أن تكونت مجموعة الصخور المتحولة والنارية التى قدمنا أنها ترجع الى الحقب الابتدائى (الأركى) .

(ثانياً) ظلت هذه القارة بارزة معرّضة لعوامل التعرية الجوية طول مدة حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) فلم يتقدم البحر ليغمرها الا قليلا فى غضون العصر الكربونى وكان ذلك مقصوراً على مساحة قليلة فى شبه جزيرة سينا والجزء المقابل لها غرب خليج السويس . على أن العلاقة بين هذه الرواسب الكربونية ومثلها فى باقى أنحاء العالم لا تزال غامضة وقد يجوز أن هناك رواسب مثلها مغطاة بصخور أحدث منها فى أجزاء أخرى من القطر المصرى تصل بين الصخور الكربونية المصرية ومثيلتها بأجزاء أخرى من أفريقية أو آسيا .

(ثالثاً) انحسر البحر قبل نهاية العصر الكربونى عما كان قد غمره من القارة وظلت على حالتها الأولى طول العصرين البرمى والترياسى. على أنه بدأ تغيير

جديد فى غضون العصر الجوراسى فقد تقدم البحر من الشمال فغمر الجزء الشمالى من شبه جزيرة سينا و بلغت مياهه فوق مايسمى الصحراء الشرقية الآن حتى جنوب مدينة السويس بنحو خمسين كيلو مترا تقريبا .

وكان إذ ذاك منسوب الأرض بالنسبة للبحر فى تذبذب فتارة تهبط الأرض فيغمرها البحر وطورا ينحسر عنها. فكان ذلك مقدمة لهبوط عام تناول الأراضى المصرية فى العصر التالى .

(رابعاً) بدأ العصر الكريتاسى فبدأ معه هبوط عام فى الأراضى المصرية وتقدم البحر ليغمرها . فكان فى أول الأمر قليل العمق تكونت فيه الرواسب الشاطئية الرملية التى أصبحت الآن الحجر الرملى النوبى .

على أن هـذا الهبوط فى منسوب الأرض كان مستمرا فازداد البحر عمقا وتكونت على قاعه الصخور الطينية ثم الطباشيرية التى تدل بامتدادها على أن هذا البحر العميق كان يغطى المناطق المصرية حتى اسنا .

(خامساً) استمر هـذا البحر العميق يغطى المناطق المصرية إبان النصف الأول من العصر الأيوسينى وتكونت فيه الصخور الجيرية النوموليتية . على أنه قبل انتهاء ذلك العصر كان قد تراجع كثيراً الى الشمال وكان قد قل عمقه طبعاً فلم ترسب فيه سوى طبقات طينية ورملية غنية بمحارات من أنواع لا تعيش الا على مقربة من الشواطىء. وعند نهاية هذا العصر كان قد انحسر البحر تماما عن جميع المناطق المصرية واستحالت أجزاء منها الى مستنقعات كانت موئلا لبعض الثدييات الكبرى كالأرسينوثيريوم .

(سادساً) استمرت القارة على حالتها طول عصر الأوليجوسين ونمت على سطحها بعض الأشجار وتكونت طبقات من الرمل والحصى مما كانت تحمله الأنهار من داخل تلك القارة . ولم ينته هذا العصر حتى كانت قد أصبحت الأراضى المصرية مسرحاً لتفاعلات بركانية جديدة كانت نتيجتها السدود والطفوح البازلتية

التي صعدت لتخترق الصخور الراسبة في بقاع متفرقة. واصطحب هذه التفاعلات البركانية انفجار عيون سيليسية حارة هي التي في مياهها تحجرت أشجار ذلك العصر وكان من أثرها الغابات المتحجرة المعروفة .

(سابعاً) وكانت هذه التفاعلات البركانية مقدمة لحركات أرضية بالغة الأثر انتابت الأراضي المصرية في عصر الميوسين فغيرت وجهها وتوزيع الماء واليابس فيها.

وليس بغريب أن يكون هذا شأن العصر الميوسيني في مصر فهو نفسه العصر الذي امتاز بحركات أرضية تناولت وجه الأرض كله وأدت الى رفع سلاسل الجبال كالألب والهملايا .

وكان من أهم آثار هـذه الحركات الميوسينية في مصر أن تشققت قشرتها في سلسلة من الفوالق العظمى هبط من جرائها الجزء الشمالي من الأراضي المصرية فغمره البحر وتـكونت في ذلك الصخور الميوسينية التي تقـدم ذكرهـا . ومن ذلك أيضـا أن انفلقت الأرض بفالق حوضي يمتد فوق منطقة خليج السويس الحـالي فامتد في ذلك الحوض ذراع من البحر الميوسيني تكونت فيـه الصخور الميوسينية التي نراها الآن على جانبي خليج السويس والتي تدل حفرياتها على أن البحر الذي تكونت فيه كان على اتصـال مباشر بميـاه البحر الأبيض القديم . على أن هذا الذراع من البحر لم يمكث طويلا و بدأ يتراجع في أواخر العصر الميوسيني وترك وراءه في مناطق البترول الحالية سلسلة من البحيرات الشاطئية تكونت فيها بالبخر رواسب سميكة من الجبس والملح .

(ثامنا) بدأ العصر البليوسيني وكان وادي النيل قد تكوّن إما من جراء فوالق أدت إلى هبوط شريط من الأرض أصبح فيما بعد قناة لمياه النيل وإما أن هذا النهر كان قد بدأ حياته من قبل وأتم نحت واديه في ذلك العصر .

وكان قـد اعترى سطح الأرض بعض الهبوط في ذلك العصر فتقدم البحر ليغمر الأجزاء الهابطة منها و بلغت مياهه في الوادي حتى الفشن .

على أنه لم يلبث الا قليلا ثم انحسر عنها وتحول الوادى الى سلسلة متصلة من البحيرات العذبة تكونت فيها رواسب جيرية هامة مثل التى تستغل فى العيساوية لبناء قناطر نجع حمادى .

أما منطقة خليج السويس والبحر الأحمر فقد كان عصر البليوسين مصحوبا فيها بتغيير أدى الى انفصال هذا الخليج عن البحر الأبيض القديم وحدوث اتصال بينه و بين البحر الأحمر وبالتالى المحيط الهندى . يدل على ذلك أن الحفريات البليوسينية فى تلك المنطقة هى من أنواع أكثر شبها بأنواع المحيط الهندى منها بأنواع البحار الشمالية .

(تاسعاً) وبلغت القارة حالتها التى نعرفها بابتداء العصر البليستوسينى . وكان هذا عصر أمطار غزيرة فى مصر . ولا غرابة فى ذلك فكان هو عصر الجليد بأوروبا . وكانت من الأمطار سيول وغدران هى التى نحتت شبكة الوديان التى تقطع سطح الصحارى المصرية وفيها تكونت رواسب من الرمال والحصى .

وقد أخذ الانسان يسكن الصحارى ووادى النيل وترك آثاره من آلات حجرية بين تلك الرواسب الرملية . كذلك كان من أثر ذلك العصر المطر أن أصبح النيل نهراً فتياً قوياً امتلأ باطنه بما كانت تحمله اليه روافده من جلاميد وحصى ورمال من الجانبين .

(عاشراً) وأخيراً بدأ العصر الحديث وقد استتبت العوامل الطبيعية على حالتها التى نعرفها الآن. فقل المطر ونضبت مياه الوديان بالصحارى وضعف نهر النيل فأصبح لايحمل سوى الغرين الدقيق وهذا فى أوقات الفيضان فقط . وارتد الانسان من الصحارى المقفرة الى وادى النيل حيث سبل الحياة متيسرة .

موجز عن الثروة المعدنية بالقطر المصرى

مصر بلد زراعى قبل كل شىء . عماد ثروته الاهلية ما تدره تربته الزراعية الخصبة من محصولات كالقطن والغلال ؛

أما موارده المعدنية فهى فى مركز ثانوى بالنسبة لمجموع الثروة الأهلية . وستبقى كذلك ولو أن الأمل معقود على انمائها اذا بذلت الجهود الوافية لاستجلاء حقيقتها.

وتحتوى الاراضى المصرية على عدد كبير من المعادن المختلفة على أن جميعها موزعة فى مناطق صحراوية نائية وأغلبها موجود بكميات قليلة لاتقوم غلتها بنفقات استخراجها .

ونظرا لما يحيط بوجود هذه المعادن من عوامل غير ملائمة كصعوبة المواصلات والنقل وعدم وجود الماء والوقود على مقربة منها وقلة الأيدى العاملة وعدم خبرة أهالى البلاد بأمور التعدين وقلة اهتمام المصرى سواء فى ذلك أصحاب رءوس الأموال أو المتعلمون الفنيون بهذه الصناعة فقد ظلت فى حالة سيئة إلا فيما يختص ببعض المعادن التى تحيط بها أحوال ملائمة جعلت استغلالها مغريا لأصحاب رءوس الأموال من الأجانب .

وقد كان لمسئلة المواصلات أكبر أثر فى هذه الصناعة فاقتصر العمل حتى الآن تقريبا على المناطق القريبة من شواطىء البحر الأحمر وخليج السويس لقربها من طرق الملاحة العالمية العامة .

ويمكن تقسيم المعادن فى مصر الى ثلاث درجات : —

(أولا) المعادن التى تستغل على نطاق واسع وهى على حسب ترتيب أهميتها : —

البترول — الفوسفات — المنجنيز

(ثانياً) المعادن التى تستغل بكميات قليلة تبعا لأحوال الأسواق وهى : —

المغرة (أكاسيد الحديد) والرصاص والنطرون والذهب والطفل النتراتى .

(ثالثاً) المعادن التى لاتزال فى دور البحث وقد تستغل أحيانا استغلالا متقطعا وهى : —

أحجار الزمرد والزبرجد ومعادن النيكل والشب والمولبدنيت وأوكسيد الكروميوم .

نبذة عن تاريخ التعدين بالقطر المصرى

يرجع أول اهتمام بالتعدين فى مصر إلى العصور التاريخية القديمة . فقد كان قدماء المصريين يهتمون به اهتماما عظيما يظهر أثره فيما فتحوه من مناجم للذهب والنحاس و بعض الأحجار الكريمة . وقد كان لما استنبطوه من المعادن بعض الفضل فى المركز الممتاز الذى تبوءوه بين باقى الأمم . وقد ظهر من مسطوراتهم على البردى وعلى جدران بعض المعابد أنهم كانوا يبعثون الى الصحراء بعوثا مجهزة برجال الفن المعدنيين تحرسهم فصائل من الجند لتصدّ عنهم عادية أهل البدو المعادين .

واستمر هـذا الاهتمام بأمور التعدين طول عصر قدماء المصريين حتى عهد الرومان . ثم تولاها كما تولى باقى مرافق الدولة خمول تام لم تفق منه إلا فى عصور متقطعة إبان الحكم العربى الاسلامى .

فلما أن تبوأ عرش مصر ساكن الجنان محمد على باشا منشىء الأسرة العلوية الكريمة فقه بثاقب بصره أن المعادن هى أساس الصناعات جميعا . فوجه عناية خاصة للبحث عنها وندب من علماء الاوروبيين من جابوا الصحارى المصرية باحثين منقبين . على أن المنية عاجلته قبل أن تثمر جهوده الثمرة التى كان يرجوها .

ولم يضع مجهوده سدى . فاتجهت الأنظار بعد ذلك إلى مسائل التعدين فى مصر وما بدأ القرن الأخير حتى كانت جهود قيمة تبذل فى سبيل البحث عن المعادن بالصحارى المصرية . فأعيد فتح مناجم الذهب القديمة واستمر استغلال بعضها سنين عديدة . وكشفت موارد الفوسفات والبترول والمنجنيز و بلغ استغلال بعضها شأنا لايستهان به .

وسنقتصر هنا على الكلام عن أهم المعادن على حسب ترتيب أهميتها : —

زيت البترول

أول مادلّ على وجود البترول بالأراضى المصرية ما كان ينز منه منذ القدم

على سطح الماء عند سفح جبل الزيت على شاطىء خليج السويس . وكان هـذا النز سببا فى تسمية الجبل بهذا الاسم .

ثم كشف بعد ذلك عام ١٨٨٥ بمنطقة الدمشة (جمسا) فى مغارات كانت قد فتحت قرب الشاطىء لاستخراج معدن الكبريت. فأدى ذلك الى البدء فى عمليات البحث التى لم تثمر قبل عام ١٩١٠ . ومن ذلك الوقت بدأ استغلال منطقة جمسا كحقل بترولى واستمر استغلالها حتى عام ١٩٢٧ حيث نضب أغلب آبارها فأهملتها الشركة التى كانت تستغلها . (أنظر صورة أحد آبار جمسا رقم ب باللوحة ٢٨) .

وفى عام ١٩١٤ كشفت الشركة نفسهـا منطقة الغردقة التى تبعـد ٦٠ كيلو مترا جنوب جمسا. وقد تقدمت الغردقة تدريجا حتى بلغت الآن درجة كبيرة من الانتاج وأصبحت المورد الأكبر لزيت البترول ومستخرجاته بالقطر المصرى . (الصورة ا باللوحة ٢٨) .

وسنورد بعض الأرقام للدلالة على أهمية كل من هذين الحقلين .

جمسا

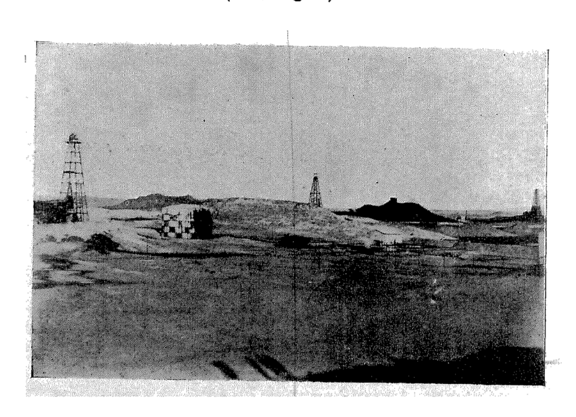
بلغ مجموع آبارها	٣٤ بئرا
عدد الآبار المنتجة	١٠ آبار فقط
متوسط عمقها	٤٠٠ متر

ومجموع ما أنتجته من البترول من وقت ابتدائها حتى أغلقت ١٨٢٤٨٨ طناً

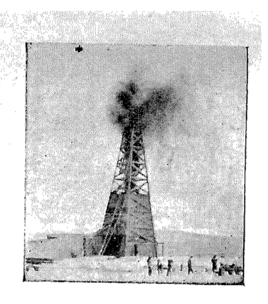
وكان البترول الذى أنتجته آبار جمسا من نوع جيد غنى بالمـواد الخفيفة كما يستدل من الأرقام الآتية : —

ثقله النوعى	٠٫٨٢٧
نسبة البنزين	٢٨ فى المائة
نسبة الكيروسين	٣٢ فى المائة
نسبة المازوت	٤٠ فى المائة

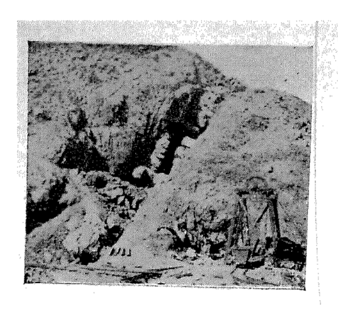
(اللوحة ٢٨)



(ا) منظر لجزء من حقول البترول بالغردقة



(ب) بئر فى أول انتاجه يتدفق البترول من فوهته بقوة عظيمة ــــ جمسا



(ج) احد عروق المرو الحاملة للذهب بمناجم سمنا بالصحراء الشرقية

الغردقة

بلغ مجموع آبارها	٨٢ بئرا
عدد الآبار المنتجة	٦٩ بئرا
متوسط عمقها	٦٠٠ متر
مجموع ما أنتجته حتى نهاية عام ١٩٢٨	٢٫٢٨٦٫٩٥٥ طناً

أما نوع البترول الذى تنتجه تلك الآبار فهو أقل جودة من نوع بترول جمسا كما يستدل من الموازنة بين الأرقام الآتية والأرقام التى أوردناها : —

الثقل النوعى لبترول الغردقة	٠٫٩٢٠
نسبة البنزين	٨ فى المائة
نسبة الكيروسين	١٥ فى المائة
نسبة المازوت	٥٧ فى المائة
نسبة الأسفلت	١١ فى المائة
نسبة البارافين (الجمع)	٧ فى المائة
نسبة الكبريت	٢ فى المائة

وتخرج هذه الزيوت مختلطة بمياه مالحة تحتاج لفصلها عنها الى عمليات خاصة. كما أنه تنبعث من الآبار غازات كثيرة يقطر منها الجاسولين وهو نوع من البنزين الخفيف .

وتحمل هذه الزيوت من الحقل فى مراكب خازنة الى السويس حيث يتولاها معمل الشركة بالتقطير والتكرير فيجزئها الى مستخرجاتها المستعملة فى التجارة .

وهناك حقل ثالث عند سفح جبل أبو دربة على شاطئ شبه جزيرة سينا على مسافة ثلاثين كيلومترا تقريباً شمال بلدة الطور . وهو حقل صغير قليل الأهمية لا يزيد الناتج منه عن مائة طن فى كل شهر من نوع كثيف لا يحتوى إلا قليلا من العناصر الخفيفة .

الفوسفات

يوجد حجر الفوسفات ضمن طبقات العصر الطباشيرى فى كثير من جهات القطر المصرى أهمها سفاجة والقصير قرب شاطىء البحر الأحمر والسباعية التابعة لمركز ادفو بمديرية اسوان وفى الواحات الخارجة والداخلة .

على أنه نظراً لصعوبة المواصلات لا يستغل الآن من هذه الأماكن سوى منطقتى سفاجة والقصير . (راجع الخريطة الجيولوجية بآخر الكتاب والصورة الفوتوغرافية ا باللوحة ٢٩) .

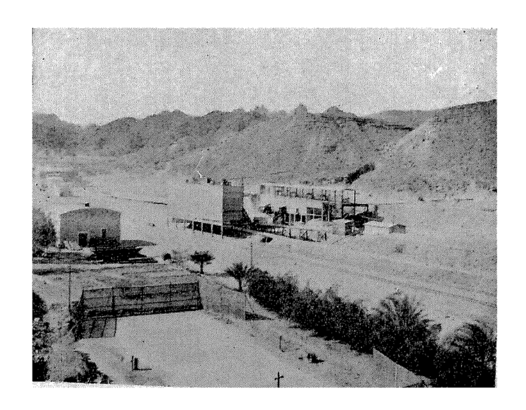
وتختلف نسبة فوسفات الكلسيوم فى خام الفوسفات من ٣٠ الى ٧٥ فى المائة على أن النوع الذى يطلب فى الأسواق هو الذى يحتوى على ٦٠ فى المائة تقريباً من هذه المادة .

ويبلغ مجموع ما يستخرج من المنطقتين فى كل عام نحو مائتى الف طن تصدر أغلبها الى اليابان وجنوب افريقية وبعضها إلى إيطاليا . وتقف قناة السويس بما تتقاضاه شركتها من رسوم مرتفعة على السفن المارة بها حائلا دون شحن كميات أكبر من ذلك الى أوروبا اذ تزاحم الفوسفات المصرى فى أسواقها أنواع تماثله مستخرجة من مناجم تونس والجزائر .

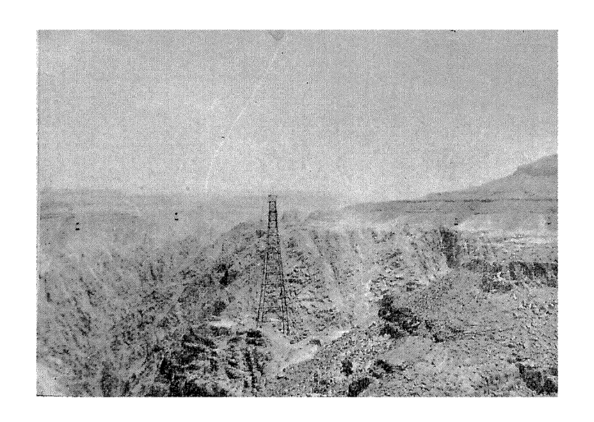
والفوسفات من المواد التى تحتاج اليها بعض الزراعات كسماد يساعد على نموها على أنه فى حالته الطبيعية لا يؤدى الغرض المطلوب منه لأنه فى هذه الحالة لا يذوب بسهولة . ولذلك لا بد من تحويله الى مادة أخرى قابلة للذوبان يسمونها سوبرفوسفات (Superphosphate) فكان حتما أن تعالج المادة الخام بحامض الكبريتيك . ولهذا يرسل الخام الى الخارج لاتمام هذه العملية المذكورة .

وهناك فكرة قيد البحث والتجربة الآن تقول ان الفوسفات الخام اذا طحن ناعما وأضيفت اليه بعض مواد أخرى بكميات قليلة ثم امتزج بالتربة الزراعية جيدا

(اللوحة ٢٩)



(ا) منظر عام لمناجم الفوسفات قرب سفاجه بالصحراء الشرقية



(ب) منظر منطقة مناجم المنجنيز بشبه جزيرة سينا

فان النبات يستفيد منه كما لو كان سوبر فوسفات . على أنه فى هذه الحالة يكون تأثيره بطيئاً لصعوبة ذوبانه .

المنجنيز

يوجد معدن المنجنيز بشبه جزيرة سينا وبخاصة فى المنطقة الواقعة عند تقاطع خط العرض ٢٩° بخط الطول ٣٠ ر ٣٣° وهى منطقة جبلية وعرة يبلغ ارتفاع سطحها نحو ٧٠٠ متر عن منسوب البحر الأحمر وتبعد عن الشاطىء مسافة عشرين كيلو مترا تقريبا . (راجع الخريطة الجيولوجية بآخر الكتاب) .

ويوجد المعدن فى جيوب وطبقات قليلة الامتداد تتخلل طبقة من الحجر الجيرى التابع للعصر الكربونى . وقد رسب من مياه مشبعة به صعدت فى غضون عصور قديمة فى شقوق الفوالق التى انتابت القشرة الأرضية فى هذه المناطق .

ويوجد المنجنيز مختلطاً بأكاسيد الحديد ومتوسط نسبته فى الخام نحو ٣٥ فى المائة .

وتقوم باستغلال هذا المعدن شركة كبيرة فتحت مناجم عديدة حول جبل أم بجمة وينقل الخام فى عربات تسير على سلك معلق (Aerial Ropeway) يمتد فوق الجبال والوديان نحو عشرة كيلو مترات الى حافة الجبل (انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة ٢٩). ومن هناك بسكة حديدية خاصة بالشركة الى المرفأ الواقع عند نقطة أبى زنيمة على مسافة ١٧ كيلو مترا من الجبل ومنها يشحن الى ألمانيا والولايات المتحدة .

وهناك شركة أخرى أصغر من الأولى لم تتعد أعمالها بعد درجة البحث ولو أن نوع المنجنيز الذى فى أراضيها أجود من الأولى .

وقد بلغ مجموع ما صدر من هذا المعدن فى غضون عام ١٩٢٨ نحو ١٣٧٥٠٠ طن .

و يستعمل المنجنيز فى صناعة بعض أنواع الفولاذ الشديدة الصلابة. أما الأنواع الجيدة منه فتستهلك فى المعامل الكيمياوية لتحضير غاز الأوكسيجين ولأغراض أخرى .

المغرة

وهى نوع من أكاسيد الحديد ذات ألوان حمراء فاقعة أوقاتمة وأحيانا تكون صفراء .

وهى توجد فى جيوب أوشقوق تتخلل طبقات الحجر الرملى النوبى أو الصخور النارية التى تحتها قرب أسوان .

وهى تستعمل فى صناعة الأصباغ إما بمزجها بالزيت أو بالماء المضاف اليه الغراء.

وكان قدماء المصريين يستعملون هذه الأصباغ كثيرا وفتحوا مناجم قرب أسوان لاستخراجها. وقد أعيد فتح هذه المناجم فى السنين الأخيرة وبلغ ما استخرج منها عام ١٩٢٨ نحو ٩٤٤ طناً .

الذهب

ليس الذهب الآن من المعادن الأساسية التى تقوم عليها الثروة المعدنية بالقطر المصرى . على أنه فى عهد قدماء المصريين كان للذهب المركز الأول بين المعادن المصرية وكانت مصر إذ ذاك هى المصدر الوحيد لهذا المعدن الثمين فى العالم المعروف. وقد كان لمصر بفضل ذلك مركز ممتاز بين باقى الأمم المتمدينة . فكانت تقصدها البلاد الأخرى رجاء أن تحصل منها لملوكها وأمرائها على ما يحتاجون من هذا المعدن الثمين .

وكانت جهود المصريين القدماء فى البحث عن الذهب من الدقة بحيث لم يتركوا عرقا واحدا من المرو الحامل له الا فحصوه واستنبطوا منه ما كان يحتويه. وفى الواقع أن جميع مناجم الذهب المصرية التى استغلت فى السنين الأخيرة لم تكن سوى

مناجم قديمة أعيد فتحها وتعميقها . ذلك لأن وسائل قدماء المصريين ما كانت لتمكنهم من التعمّق لأكثر من ثلاثين مترا بينما وسائلنا الحديثة تسمح لنا بالتعمق لمئات الأمتار اذا اقتضى الحال ذلك .

على أن الخبرة بشؤون مناجم الذهب المصرية تشير حتى الآن الى أن الذهب فى عروق المرو ليس بنسبة متناسقة . فقد يكون مركّزا فى جيوب وشقوق بينما باقى الصخر خلو منه خلوا تاما . كذلك تزيد نسبته فى الأجزاء السطحية من العروق ويقل سريعا مع العمق . فاذا أضفنا الى ذلك العوامل السيئة المحيطة بتعدين الذهب فى الصحارى المصرية حيث وسائل المواصلات معدومة وحيث لا ماء ولا وقود ولا عمّال فهمنا السرّ فى تقهقر هذه الصناعة فى الوقت الحالى .

ورغم ماتقدم فقد بُذل مجهود قيّم فى أوائل القرن الحالى واتجهت انظار شركات أجنبية عديدة نحو المناجم المصرية القديمة . ففحصت أغلبها وفتحت بعضها واستمر استغلالها فى فترات مختلفة . على أنها جميعا تركت ولم تؤت الثمرة التى كان يرجوها مستغلوها . وأهم هذه المناجم التى أعيد فتحها فى القرن الحالى مبينة فى الكشف الآتى مع موجز عن حالة الاستغلال فيها وهى كلها فى الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية (انظر صورة منجم عطا الله رقم حـ باللوحة ٢٨) : —

اسم المنجم	مدة الاستغلال	قيمة مجموع ما استخرج من الذهب
	سنة	جنيه مصرى
البرّامية	١٢	١٥١٫٠٠٠
أم جريات	٥	١٠٠٫٠٠٠
عطا الله	٤	٣٨٫٠٠٠
أم الروس	٢ ½	٣٠٫٠٠٠
أم الطيور	١٣	٢٠٫٠٠٠

وقدّر مجموع ما استخرج من مناجم الذهب المصرية منذ عام ١٩٠٢ عند إعادة فتحها حتى عام ١٩٢٧ عند ترك آخرها نحو ٨٦٠٠٠ أوقية من الذهب تقدر قيمتها بنيف وثلثمائة ألف جنيه مصرى .

أحجار الزخرفة والبناء

يمتاز القطر المصرى عن كثير من البلاد بكثرة ما به من أنواع الصخور المختلفة . وقد رأينا عند التكلم على الصخور كيف أن أغلب أنواعها من نارية وراسبة ومتحولة ممثلة بين التكاوين الجيولوجية المصرية .

وقد عرف قدماء المصريين كيف يستفيدون من هذه الثروة الصخرية العظيمة فلجأوا اليها فى إظهار عبقريتهم الفنية . فكانت لهم مهارة خاصة فى اقتلاع هذه الصخور وتهذيبها وصقلها وصنعوا منها المعابد والهياكل والتماثيل والأوانى الزخرفية فجاءت كلها آية من آيات الفن القديم .

ولو أردنا أن نحصى أنواع ما استعملوه من هذه الصخور للأغراض المتقدمة لما وسعتنا صفحات هذا الكتيب على أن زيارة لمتحف الآثار المصرية تكفى لأن يلم الطالب بعظم هذه الثروة الصخرية .

ومن أكثر صخور الزخرفة شيوعا : —

(١) الجرانيت من محاجر أسوان .

(٢) البورفير الأرجوانى (الحجر السماقى الإمبراطورى) من جبل الدخان .

(٣) البريش الأخضر (Breccia Verde Antico) من وادى الحمّامات .

(٤) الديوريت من محاجر أسوان وغيرها بالصحراء الشرقية .

(٥) الشيست من الصحراء الشرقية .

(٦) الرخام من الصحراء الشرقية.

(٧) الألباستر أو المرمر (Alabaster) من وادى سنّور قرب بنى سويف.

على أن أغلب هذه الصخور فى جهات صحراوية نائية يتكلف اقتلاعها ونقلها نفقات لاتتناسب مع قيمتها فى الأسواق الحالية .

وستبقى مهملة حتى يتاح لهذه البلاد أن تنهض نهضة فنية تجعل من الميسور استغلال هذه الموارد استغلالا رابحا .

أما أحجار البناء فكثيرة مختلفة وأكثرها استعمالا : —

الأحجار الجيرية التى تقتلع من الهضاب المطلة على وادى النيل من قنا حتى القاهرة . ويمتاز بعضها عن البعض الآخر وأحسنها أحجار أثر النبى وجبل طره بمنطقة القاهرة ومن هذه الأخيرة اقتلعت الأحجار التى بنيت منها أهرام الجيزة .

ومن الأحجار الجيرية الجيدة التى تقتلع لاستعمالها فى بناء بعض قناطر الرى الكبرى كقناطر أسيوط ونجع حمادي أحجار العيساوية بمديرية جرجا .

وتستعمل مدينة الاسكندرية فى مبانيها أحجاراً قليلة الصلابة يقتلعونها من محاجر قريبة من المكس والدخيلة .

وتوجد قرب السويس محاجر جبل العتاقة التى تمتاز بصلابتها وتستعمل فى بناء حواجز الامواج وأرصفة قناة السويس .

الأحجار الرملية — وهذه تستعمل فى مدينة أسوان وأحسن محاجرها قرب قرية السلسلة .

ومن المواد المستعملة فى البناء : —

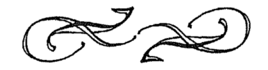
الرمل والحصى — وكلاهما يستخرج من محاجر فى وادى النيل على حافة الصحراء وأحسن محاجرها بالعباسية . كذلك توجد الرمال الجيدة فى جزائر تظهر فى مجرى النيل عقب هبوط ماء الفيضان .

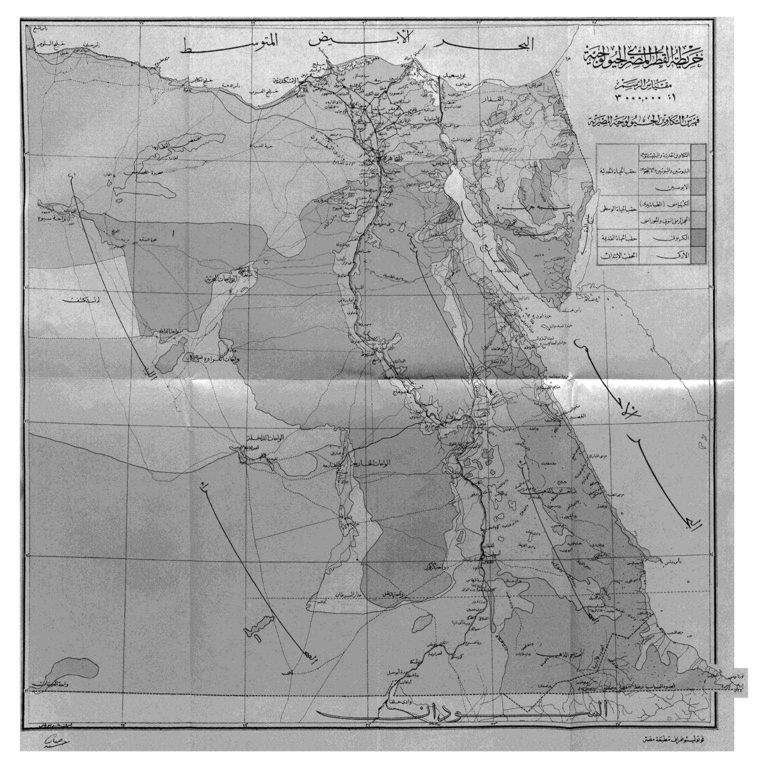
والجبس المستعمل فى صناعة المصيص لطلاء المنازل تستخرج أحسن أنواعه من مناطق قريبة من قناة السويس قرب فايد والبلاّح وكذلك بمنطقة مريوط غرب الاسكندرية وهو نتيجة رسوب من مياه بحيرات مالحة كانت تغطى هذه المناطق فى العصور الجيولوجية المتأخرة .

ويوجد الجبس فى طبقات رقيقة تعلو طبقات الحجر الجيرى فى الهضاب المحيطة بوادى النيل . كما انه يوجد فى طبقة رقيقة على قاع بحيرة المنزلة .

والبازلت هو أحسن الأحجار المستعملة لرصف الطرق وذلك لشدة متانته. ويستخرج من محاجر قرب قرية أبو زعبل فى جنوب الدلتا .

أما **الجرانيت** المعروف بأسوان فقد استعمل فى السنين الأخيرة فى بناء أساسات بعض القناطر والخزانات كخزان أسوان وقناطر اسنا ونجع حمادى . ومن أنواعه الدقيقة البلورات تصنع المكعبات المستعملة لرصف بعض الطرق بمدينة الاسكندرية ولولا نفقات نقله وعدم وجود العمال الماهرين فى صناعته لانتشر استعماله وعمت فائدته.





البحر الأبيض المتوسط
خريطة القطر المصري الجيولوجية
مقياس الرسم
١ : ٣٠٠٠,٠٠٠
فهرس التكاوين الجيولوجية المصرية
حقب الحياة الحديثة
التكاوين الحديثة والبليستوسين
البليوسين والميوسين والاليجوسين
الايوسين
حقب الحياة الوسطى
الكريتاسي (الطباشيري)
الحجر الرملي النوبي والجوراسي
حقب الحياة القديمة
الكربون
الحقب الابتدائي
الاركي
الاسكندرية
بورسعيد
القاهرة
السويس
شبه جزيرة
الواحات البحرية
واحات الفرافرة
الواحات الداخلة
الواحات الخارجة
السودان
فوتوليتوغراف مطبعة مصر

